

(19)

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA
**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
Y MUSEO**

PROGRAMAS

AÑO 2018

Cátedra de PETROLOGIA II

Profesor RIBOT ALEJANDRO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MUSEO

ASIGNATURA: PETROLOGÍA II

TIPO DE REGIMEN:

ANUAL

Se dicta en el

CARGA HORARIA SEMANAL:

Trabajos Prácticos: 003 hs/sem
Teóricos: 003 hs/sem
Teórico/Práctico: hs/sem
Total 006 hs/sem

CARGA HORARIA TOTAL:

96 horas

MODALIDAD DE CURSADA:

Regimen tradicional ☒

Regimen especial ☐

PROFESOR TITULAR/PROFESOR A CARGO: Lic. en Geología, Ribot Alejandro M. (Prof. Tit. Ord. Ded. Simple)

E-mail de contacto: aribot@fcnym.unlp.edu.ar

Otra información (Página web/otros): En realización

Materia de las carreras:

Obligatoria Optativa

Licenciatura en Biología orientación Botánica

☐☐

Licenciatura en Biología orientación Ecología

☐☐

Licenciatura en Biología orientación Paleontología

☐☐

Licenciatura en Biología orientación Zoología

☐☐

Licenciatura en Antropología

☐☐

Licenciatura en geología

☒☐

Licenciatura en Geoquímica

☒☐

2.- CONTENIDO GLOBAL DEL CURSO Y FUNDAMENTACION DE LA ASIGNATURA.

2. Inserción, justificación y articulación de la asignatura.

Junto con Geología Estructural, Petrología I y Sedimentología, Petrología II es una de las materias anuales básicas del tercer año de las carreras de Licenciatura en Geología y Licenciatura en Geoquímica de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo (plan de estudio 1982 modificado).

La asignatura abarca el estudio del metamorfismo (factores de control, mecanismos, procesos, fenomenología de las reacciones químicas) y sus productos, las rocas metamórficas con sus asociaciones minerales, a fin de conocer sus condiciones de formación, origen y evolución, para ser enmarcados en contextos geodinámicos, donde metamorfismo y ambiente geotectónico queden vinculados.

Pensada la Petrología II (Petrología Metamórfica) como la rama de la Ciencias de la Tierra que tiene por objeto el estudio integral de las transformaciones de mineralógicas, texturales y/o químicas al estado sólido que, como respuesta a cambios en las condiciones ambientales de presión (P), temperatura (T) u otras variables (ej. composición de fases fluidas), pueden ocurrir en los protolitos (rocas madres sedimentarias, ígneas e incluso metamórficas), transformaciones que se producen entre los campos de la diagénesis y la anatexis, es claro que en modo semejante a otros procesos endógenos (ej. los ígneos), se está frente al estudio y comprensión de fenómenos geológicos no observables directamente pero que sí tienen una participación activa en la construcción y evolución de la litósfera y corteza terrestre.

El abordaje inicial de la asignatura, apuntará a demostrar y convencer al estudiante de grado, sobre la existencia de los fenómenos metamórficos, su importancia y consecuente necesidad de estudiarlos.

En la corteza terrestre, las rocas metamórficas (27,4%) ocupan el segundo lugar en abundancia y son superadas por las rocas ígneas (64,7%) y seguidas por las rocas sedimentarias (7,9%). Las tres variedades de rocas forman parte de ciclos evolutivos (el "ciclo de las rocas" de James Hutton que tiempo después diera lugar al actual "ciclo de Wilson"), y es en estos ciclos donde procesos metamórficos y rocas generadas, quedan enlazados con otros procesos geológicos relevantes: así, cuestiones tales como: (1) cuáles fueron las fuentes de las rocas metamórficas (sus rocas madres, parentales o protolitos), qué características tenían estos materiales (estructuras, variaciones composicionales, ambientes de formación), qué tipo de cambios soportaron, cómo evolucionaron a lo largo del tiempo mientras otros factores de control cambiaban; o (2) cómo tales rocas, una vez metamorfizadas, por acción de agentes exógenos llegaron a reciclarse y formar parte de materiales sedimentarios, o cómo, por un camino totalmente opuesto, las rocas metamórficas pueden fundir en forma parcial para comenzar a participar y/o reciclarse como materiales ígneos, resultan de interés para la petrología metamórfica.

Los conocimientos básicos sobre el metamorfismo son introducidos durante el primer año de las licenciaturas arriba mencionadas, en la asignatura Fundamentos de Geología, pero es en el segundo año de ambas carreras, donde el alumno cursa las materias correlativas que constituyen el sustento de la Petrología II: estas asignaturas (correlativas y, a su vez, relacionadas con la química, la física y la matemática), son Mineralogía y Geoquímica.



Ya en el tercer año de la carrera, la Petrología II articula e interrelaciona lateralmente con materias fundamentales como Sedimentología y Petrología I (Rocas Igneas), y todas, incluyendo a la propia Petrología II, se encuentran y vinculan con y dentro de otro marco de referencia y disciplina imprescindible de la Geología, el de la Geología Estructural.

En años subsecuentes y etapas avanzadas de la carrera, los conocimientos de la Petrología Metamórfica, deberán servir como base para ser utilizados en materias como Geología Histórica, Geología de Yacimientos y Geomorfología, en cuarto año, o Geología Aplicada, Geología Argentina y Geología Económica, en quinto año, además de materias optativas (ej. Geotectónica, Petrología Especial, Aerofotogeología, entre otras).

3.- OBJETIVOS.

3.1.- OBJETIVOS GENERALES.

Que el alumno:

- Se posicione en la asignatura y comprenda ¿qué es el metamorfismo?, ¿qué significado tiene para el geólogo su estudio?, ¿cuáles son sus principios y fundamentos?, ¿qué estudiar de él y cómo abordarlo?, ¿en qué ámbitos buscarlo y con qué otros procesos y productos relevantes de la Geología se asocia e interactúa?
- Utilizando métodos y técnicas adecuadas, describa, diferencie, clasifique e interprete rocas metamórficas, reconstruyendo sus protolitos y las condiciones físicas aproximadas que asistieron al proceso metamórfico.
- En diferentes ejemplos de rocas metamórficas, determine, analice e interprete asociaciones minerales reconstruyendo posibles reacciones metamórficas representables en quimiografías secuenciadas según condiciones de temperatura (T) y presión (P) crecientes, asignándoles grado metamórfico, facies, protolitos, tipo de metamorfismo que las produjo y ambientes geotectónicos involucrados durante el proceso metamórfico.
- Interrelacione e integre temporo-espacialmente áreas y porciones de la litósfera sometidos a metamorfismo bajo condiciones físicas o químicas variables, con los procesos tectónicos sedimentarios e ígneos, a los efectos de reconstruir la historia o evolución geológica del área considerada.
- Entienda la importancia de estudiar procesos metamórficos y sus productos, los minerales y rocas metamórficas, pues su búsqueda, explotación y utilización los convierte en recursos valiosos cuyo manejo debe ser pensado y desarrollado en marcos socio-políticos y económicos sustentables, pues deberán ser "materiales" útiles que realmente permitan mejorar la calidad de vida del hombre y la sociedad.

Los OBJETIVOS GENERALES apuntan a que el alumno conozca:

- Los factores de control, mecanismos, principios del metamorfismo y sus rocas.
- La sistemática e interpretación de los diferentes productos y procesos metamórficos a partir del estudio de diferentes protolitos y otros parámetros de clasificación.
- La yacencia, cartografía, significado geodinámico y utilidad de las rocas metamórficas: su integración y síntesis, en relación a otras rocas y procesos geológicos a lo largo del tiempo geológico.



3.2.- OBJETIVOS ESPECIFICOS.

UNIDAD 1. EL METAMORFISMO Y SUS PRODUCTOS, LAS ROCAS METAMÓRFICAS.

- Introducir al alumno en el metamorfismo y su estudio, las nociones y principios generales que rigen los procesos metamórficos y sus escalas de ocurrencia (necesidad de estudiar los terrenos con metamorfismo): posicionamiento de la materia dentro de las Ciencias Geológicas.
- Definir el metamorfismo y contextualizar la Petrología Metamórfica en relación a otras disciplinas geológicas y ciencias de los materiales.
- DEMOSTRAR la existencia de los fenómenos metamórficos: ¿dónde buscar las evidencias?
- Reconocer los resultados del metamorfismo: las ROCAS METAMÓRFICAS (identificar variedades comunes estableciendo diferencias y similitudes con las rocas ígneas y sedimentarias).
- Conocer los agentes (factores de control) de los procesos metamórficos y los cambios generales que ellos pueden producir en los materiales rocosos originales (rocas madres o protolitos): presión, temperatura, fluidos, tiempo.
- Introducir el concepto de metamorfismo progresivo.
- Diferenciar e interrelacionar los procesos metamórficos con los procesos ígneos y sedimentarios (límites del metamorfismo: diagénesis versus fusión parcial).
- Clasificar el metamorfismo en base a diferentes criterios.
- Conocer los conceptos de metamorfismo isoquímico y aloquímico, y cómo evaluarlos durante un trabajo metamórfico.
- Definir y saber diferenciar fases de deformación y eventos metamórficos.
- Definir y saber diferenciar casos de metamorfismo monofásico, polifásico y polimetamorfismo, representándolos en diagramas.
- Reflexionar sobre la relevancia / importancia de estudiar el metamorfismo y los cambios provocados en las rocas madres y sus productos, las rocas metamórficas: ventajas (y dificultades) que conllevan los estudios metamórficos y de sus rocas en comparación al estudio de otros procesos o disciplinas geológicas.
- Conocer los fundamentos de métodos y técnicas utilizados para el estudio moderno del metamorfismo, sus rocas y minerales.

UNIDAD 2. METAMORFISMO Y LOS CAMBIOS MINERALÓGICOS.

- Introducir al alumno en el conocimiento de los cambios químicos, termodinámicos y mineralógicos al estado sólido involucrados durante los procesos metamórficos (reacciones metamórficas).
- RECONOCER MINERALES METAMÓRFICOS a ESCALA MESO- y MICROSCÓPICA.
- Definir la difusión y el equilibrio químico en sistemas rocosos naturales.
- Definir y saber aplicar la regla mineralógica de las fases a sistemas minerales en un ejemplo simple.
- Conocer qué es una asociación mineral en equilibrio en metamorfismo, a qué escala se la busca y cómo se determina en una roca.
- Diferenciar y ejemplificar los conceptos de asociación mineral en equilibrio de paragénesis mineral.



- Reconocer asociaciones minerales en ejemplos hipotéticos y en cortes delgados reales.
- Conocer las evidencias que deberían buscarse para saber si se está frente a una asociación mineral en equilibrio: dificultades (o incertidumbres) que pueden presentarse durante su determinación.
- Introducir los conceptos de mineral índice y asociación diagnóstica.
- En base a distintos criterios, clasificar y reconocer diferentes tipos de reacciones metamórficas.
- Conocer los aspectos cinéticos generales que caracterizan las reacciones metamórficas.
- Conocer los factores que contribuyen a la reversibilidad o irreversibilidad de las reacciones metamórficas (limitaciones que ofrecen los sistemas rocosos para aplicar el equilibrio químico).
- Caracterizar y reconocer reacciones metamórficas incompletas.
- Conocer qué se entiende por metamorfismo prógrado y retrógrado y cómo puede ser determinado / inferido a partir de reacciones metamórficas.
- Conocer la influencia e importancia de los fluidos sobre el equilibrio de fases minerales: fluidos metamórficos intergranulares con composición interna- o externamente controlada (buffering).
- Introducir el conocimiento, manejo e interpretación de diagramas de fase de uso frecuente en petrología metamórfica (quimiografías): evaluar su importancia como herramienta para representar asociaciones minerales, composiciones químicas, reacciones metamórficas, u otras variables.

UNIDAD 3. METAMORFISMO Y LOS CAMBIOS ESTRUCTURALES.

- Introducir la importancia de estudiar las estructuras en terrenos con rocas metamórficas: temporalidad de los estudios estructurales versus los estudios metamórficos propiamente dichos. Introducir los conceptos de isotropía y anisotropía (y sus tipos) en rocas.
- RECONOCER ESTRUCTURAS comunes en rocas metamórficas en todas las escalas.
- Diferenciar los conceptos de cristalización y recrystalización metamórfica (blastesis): ¿cómo estos cambios geométricos pueden ser reconocidos en una roca metamorfizada?
- Introducir y diferenciar las partes que pueden componer una roca metamórfica (conceptos de blasto, porfiroblasto, poiquiloblasto, matriz, dominio).
- Conocer y diferenciar las etapas (mecanismos) del metamorfismo: activación, migración, nucleamiento y crecimiento mineral.
- Delinear el concepto de fábrica (estructura) de una roca metamórfica definiendo y diferenciando elementos de fábrica planares y lineales en relación a los conceptos de esfuerzo y deformación.
- Introducir las nociones básicas y principios que rigen los mecanismos formadores de estructuras metamórficas (ej. planaridades, lineaciones, pliegues) en diferentes escalas de observación (ej. en afloramiento, muestra de mano o microscópica): ideas sobre el origen de las planaridades y lineaciones en rocas metamórficas.
- Reconocer, describir y clasificar, con miras a una posterior interpretación, las estructuras metamórficas en diferentes escalas de observación (mega-, macro-, meso- y



microescala), diferenciando fábricas isotropas y anisótropas (planares, lineales y sus combinaciones).

- Definir, reconocer, describir y analizar/clasificar (para luego interpretar), las variedades de microestructuras que pueden presentarse en las rocas metamórficas.
- Definir, reconocer, clasificar e interpretar microestructuras originadas por cristalización metamórfica.
- Definir, reconocer, clasificar e interpretar microestructuras de desequilibrio (zonaciones, minerales relictos, bordes de reacción, coronas, simplectitas).
- Caracterizar y diferenciar los mecanismos de deformación intracristalina e intercristalina y sus evidencias petrográficas en los campos de deformación dúctil, frágil-dúctil y frágil.
- Definir y conocer la importancia de la energía de superficie, los defectos cristalinos y la difusión en sólidos, en relación al desarrollo de las fábricas metamórficas (su correlato en ciencias de los materiales. ej. la metalurgia y la cerámica).
- Definir, reconocer, clasificar e interpretar las microestructuras originadas por deformación (estudios microtectónicos), sabiendo diferenciar estudios de microfábrica basados en elementos cristalográficos (LPO: orientación preferida de retículos cristalinos) de aquellos que involucran elementos no cristalográficos.
- Reconocer, describir, analizar, clasificar e interpretar los distintos tipos de foliaciones y lineaciones a escala microscópica, en relación a sus posibles mecanismos genéticos.
- Conocer, poder analizar y discutir las relaciones entre metamorfismo (cristalización / recrystalización) y deformación, en relación a los distintos tipos de microestructuras resultantes.
- Conocer las condiciones metamórficas que favorecen (o inhiben) la porfiroblastesis y/o poiquiloblastesis.
- Definir, identificar y analizar diferentes casos de porfiroblastos pre-, sin-, inter- y post-tectónicos: el problema de la rotación de los porfiroblastos y los marcos de referencia.
- Saber evaluar, al momento de clasificar e interpretar estructuras metamórficas, la relevancia de integrar todas las escalas de observación disponibles: jerarquía de las observaciones de campo (en afloramiento), versus las mesoscópicas (muestra de mano), versus las microscópicas (con microscopio petrográfico).
- Integrar las observaciones/estudios estructurales realizados en diferentes escalas, a los efectos de intentar establecer relaciones genéticas entre metamorfismo y deformación (ej. entre plegamiento y foliación).
- Utilizando terminologías adecuadas y conociendo su significado, clasificar tipos de estructuras metamórficas bajo cualquier escala de observación (ej. foliación, esquistosidad, clivaje, lineación mineral, lineación de estiramiento, foliación espaciada, foliación continua, etc.).
- Adquirir un buen vocabulario escrito y oral cuando se describe, analiza o interpreta una roca metamórfica.
- Ejercitar y resolver problemas de cronología relativa bajo distintas escalas de observación, donde metamorfismo (M) y deformación (D) hayan interactuado y sido recurrentes en el tiempo (t): importancia (utilidad) de prestar atención a estos aspectos a la hora de estudiar cadenas montañosas (orógenos) sometidas a metamorfismo y otros procesos geológicos.



- Conocer la importancia del abordaje a partir de la teoría fractal durante el estudio de fábricas metamórficas.

UNIDAD 4. CLASIFICACIÓN DE LAS ROCAS METAMÓRFICAS.

- Comprender la necesidad de recurrir a sistemas de clasificación de rocas metamórficas basados criterios debatidos y consensuados en foros internacionales: ventajas de utilizar léxicos y nomenclaturas estandarizadas.
- Conocer y saber aplicar los criterios de clasificación (mineralógicos, texturales-estructurales, basados en la naturaleza del protolito, en la composición química global de la roca y denominaciones especiales).
- Conocer los fundamentos y ejercitar los esquemas de clasificación recomendados por la Subcomisión de Sistemática de las Rocas Metamórficas (SCMR-IUGS): alcances y aplicabilidad.
- CLASIFICAR rocas metamórficas.
- Utilizar terminologías y diagramas de clasificación (de flujo), sabiendo recurrir a léxicos y glosarios adecuados.
- Adquirir un manejo del vocabulario oral y escrito claro y adecuado.

UNIDAD 5. EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES DEL METAMORFISMO.

- DETERMINARo EVALUAR LAS CONDICIONES FÍSICAS O QUÍMICAS que asistieron al metamorfismo durante la formación de minerales y rocas metamórficas.
- Introducir los conceptos de mineral índice y asociación mineral diagnóstica: utilidad en petrología metamórfica.
- Retomando tópicos del Tema 2, introducir, definir y saber diferenciar los conceptos de isograda, isograda de reacción y zona metamórfica: cómo se determinan, su utilidad y cuál es su significado en petrología metamórfica, diferenciándolas de las líneas que unen puntos de igual temperatura (isotermas) o igual presión (isobaras).
- Conocer y saber diferenciar de los conceptos incluidos en el punto anterior, el significado de los términos batograda y batozona.
- Introducir, definir, conocer y saber utilizar los conceptos de facies, subfacies, grado metamórfico y serie de facies metamórfica durante metamorfismo progresivo. Conocer otros esquemas de clasificación del metamorfismo (grado térmico y grado bárico) y conceptos relacionados (pico térmico y pico bárico): diagramas para su representación.
- En base a relaciones P/T, clasificar las facies, series de facies y tipos de series de facies, dando ejemplos sencillos de áreas con rocas metamorfizadas bajo tales condiciones y sus respectivos cambios de asociaciones minerales (pelitas, rocas máficas, rocas calcosilicáticas).
- Introducir los conceptos de geotermómetro y geobarómetro.
- Conocer el campo de estudio y fundamentos sobre los que se apoya la geotermobarometría (geotermobarometría cualitativa versus cuantitativa).
- Introducir y definir, utilizando gráficos, qué son las trayectorias P-T-t (ejemplos, significado, tipos e interpretación).
- Conocer ejemplos de geotermómetros (ej. de intercambio: Grt-Bt) y geobarómetros (de transferencia neta continuos: Grs-Ky-Qtz-Pl o GASP), conocer los fundamentos de su aplicación y el problema de los minerales zonados cuando se calculan trayectorias P-T-t.



- Conocer las fuentes de errores en geotermobarometría, diferenciar los conceptos de precisión y exactitud, fuentes de datos y programas para ordenadores con bases de datos internamente consistentes.
- Reconocer tipos y dar ejemplos sencillos de reacciones utilizadas en geotermobarometría, y su representación en diagramas: cómo elegirlos.
- Retomar y manejar diagramas metamórficos de compatibilidad (quimiografías) a los efectos de vincularlos con reacciones químicas: relaciones composición química de la roca versus asociación mineral en equilibrio (y reacciones) versus condiciones P-T: diagramas de dos y tres componentes (binarios, ternarios): propiedades, usos y limitaciones (diagramas ACF, AKF, proyecciones geométricas y diagramas de Thompson o AKFM / AFM para metapelitas).
- Conocer las nociones básicas que permiten orientarnos sobre la elección de un diagrama de compatibilidad apropiado y que represente a la roca o dominio bajo estudio.
- Caracterizar y dar un ejemplo de cómo se construyen y comportan los diagramas de fase multicomponentes (cuatro o más componentes). Conocer la aplicabilidad a diagramas con dos variables intensivas (T-P, T-X, actividad-actividad, etc.): observancia topológica y reglas que gobiernan su construcción (tratamiento de Schreinemakers).
- Cuando se trabaja con diagramas de fase metamórficos, diferenciar grillas o retículos petrogenéticos de pseudosecciones: ventajas y desventajas.
- Introducir mediante un ejemplo, la problemática de mecanismos de reacción que se apartan del tratamiento mediante reacciones metamórficas simples y balanceadas, cuando su equilibrio intenta ser representado en diagramas de fase (el problema de la no coincidencia de las texturas con la reacción deducida a partir de las asociaciones minerales entre reactantes y productos): reacciones cíclicas, reacciones con participación de componentes iónicos (mecanismo de Carmichael).

UNIDAD 6. METAMORFISMO REGIONAL DE PROTOLITOS PELÍTICOS.

- Caracterizar el metamorfismo regional progresivo de protolitos pelíticos: condiciones que lo asisten, cambios producidos en las rocas precursoras y ROCAS RESULTANTES.
- Conocer y saber reconocer los cambios transicionales que caracterizan el inicio del metamorfismo de protolitos pelíticos: las evidencias del anquimetamorfismo (el límite inferior del metamorfismo).
- Reconocer fábricas (estructuras-microestructuras), minerales índices, asociaciones diagnósticas, isogradas de reacción, saber seleccionar y utilizar diagramas de fase: diagramas tetrahédricos - triangulares para el sistema KMFASH (proyecciones AFM y subsistemas AKM y AKF), series de diagramas triangulares representados en espacios P-T, grillas petrogenéticas y otros diagramas de uso frecuente en metapelitas: las variaciones progresivas de los patrones zonales (ej. zonas de Barrow).
- Conocer y manejar las transformaciones, procesos y esquemas zonales aplicables a condiciones de P-T variables que operaron bajo condiciones $P_{total} = P_{fluidos} = P_{H_2O}$: implicancias petrológicas.
- Reconocer y manejar las asociaciones diagnósticas, reacciones características y diagramas de representación que ayudan a entender, comparar y sintetizar las secuencias de cambios, procesos y facies progresivas ocurridas bajo condiciones de P intermedia (metamorfismo tipo Barroviense) y de P baja (metamorfismo tipo Buchan o Abukuma): las



facies de Esquistos Verdes y de Anfibolitas (ej. Facies de Anfibolitas Almandínicas versus Anfibolitas Cordieríticas).

- Definir, reconocer y clasificar sus rocas, caracterizando los mecanismos generales, de los procesos ($P_{total} = PH_2O$) conducentes a la fusión parcial (anatexis) de rocas pelíticas: la formación de migmatitas como uno de los indicadores del límite superior de los procesos metamórficos al estado sólido.

- Definir una migmatita, conocer la evolución histórica del término, la importancia de su estudio, sus partes, estructuras y microestructuras, criterios de clasificación y nomenclaturas (conveniencia de utilizar términos descriptivos versus términos con implicancias genéticas), cómo mapearlas y cómo abordar el estudio de los posibles mecanismos genéticos (migmatización bajo sistema cerrado versus sistema abierto): reconocer las evidencias de la migmatización bajo diferentes escalas de observación y evaluar las dificultades que se suelen presentar durante su estudio (el abordaje interdisciplinario). Reconocer, describir y diferenciar migmatitas en relación a otras rocas metamórficas asociadas: relacionar migmatitas y deformación (migmatización y/o deformación, superpuestas). Comprender y reconsiderar, cuando se estudian terrenos con rocas integradas por partes con movilidades geoquímicas diferenciales, la IMPORTANCIA de evaluar las ESCALAS de observación o dimensiones del sistema (escalas de los procesos con difusión sólida o metamórficos sensu stricto versus los procesos líquidos o con fundidos parciales y que conllevan a la formación de migmatitas, anatécicas e inyectadas). Conocer qué es la fusión en ausencia de fase fluida libre. Conocer su relación con las rocas ígneas graníticas. Conocer la importancia de hacer estudios comparativos e integrales sobre cómo el flujo de los fundidos se organiza a través de la corteza o cuáles son las relaciones entre la fusión cortical y el flujo en las cadenas montañosas (orógenos): migmatitas y geodinámica.

- Caracterizar los mecanismos y procesos que predominan en los límites superiores del metamorfismo de alta y muy alta T donde las condiciones $P_{total} > P_{fluidos} = PH_2O$: implicancias petrogenéticas de la formación de granulitas (Facies de Granulitas).

- Definir una granulita y caracterizar la Facies de Granulitas (y subfacies), conocer sus estructuras-microestructuras, sus asociaciones minerales y reacciones metamórficas asociadas, su yacencia, diagramas de fase y relaciones con otras rocas metamórficas e ígneas. Conocer criterios utilizados para su clasificación y problemas en la terminología en relación a rocas plutónicas a veces emparentadas genéticamente, de composición granítica anhidra: los llamados granitos hipersténicos o charnockitas. Reconocer y describir granulitas pelíticas. Conocer el rol de los fluidos pobres en H_2O y ricos en CO_2 durante la génesis de granulitas, y sus posibles fuentes.

- Vincular los procesos de migmatización con los de granulitización: la estrecha asociación de migmatitas y granulitas en el campo.

- Conocer y caracterizar el metamorfismo regional de protolitos pelíticos a P alta y T baja (metamorfismo tipo Franciscano o Sambagawa): identificar sus fábricas, asociaciones minerales, reacciones metamórficas, diagramas de fase, facies y series de facies (de ceolitas, prehnita-pumpellyita, esquistos azules y eclogitas), yacencia y ambientes tectónicos.

- Caracterizar el metamorfismo de protolitos pelíticos de ultra alta temperatura (UHT): sus rocas, microestructuras, minerales diagnósticos, sus sistemas químicos (ricos en Al y Mg), diagramas de fase, ejemplos mundiales y condiciones de formación en relación a los ambientes tectónicos.



- Caracterizar el metamorfismo de ultra alta presión (UHP): sus rocas, minerales diagnósticos, diagramas de fase, ejemplos mundiales y condiciones de formación en relación a los ambientes tectónicos.

UNIDAD 7. METAMORFISMO REGIONAL DE PROTOLOTOS ÍGNEOS MÁFICOS. GENERALIDADES SOBRE EL METAMORFISMO DE ROCAS ÍGNEAS FÉLSICAS Y ULTRAMÁFICAS.

- Conocer las generalidades de los protolitos (yacencia, características mesoscópicas, mineralógicas, microestructurales y químicas) que dan origen a las rocas máficas metamorizadas. Conocer los sistemas químicos y manejar diagramas de fases (ACF, ACFN, ACFM y AFM) utilizados en el estudio de estas rocas (ventajas y desventajas).
- Conocer cómo yacen las rocas máficas metamorizadas en el campo.
- Conocer las condiciones necesarias para que el metamorfismo de protolitos máficos se produzca en forma eficiente y completa (hidratación exotérmica de rocas máficas anhidras): conocer las consecuencias de una hidratación parcial (microestructuras y minerales relictos).
- Reconocer, describir y analizar fábricas (estructuras-microestructuras), asociaciones minerales (cambios mineralógicos), diagramas de fase conociendo la naturaleza de las reacciones metamórficas, a los efectos de comprender las secuencias de cambios en las asociaciones minerales y las variaciones en las composiciones químicas internas de éstos bajo condiciones P-T variables y progresivas: las transiciones de facies y su representación en diagramas P-T: (1) facies y series de facies en condiciones de $P_{total} = P_{H_2O}$ y a $P_{total} > P_{H_2O}$: (1) metamorfismo a T baja (facies de Ceolitas, Prehnita-Pumpellyita); (2) metamorfismo a P baja-intermedia y T baja-media (facies y series de facies de Esquistos Verdes, Anfibolitas Epidóticas y Anfibolitas); (3) metamorfismo a P alta (facies de Esquistos Azules y Eclogitas); (4) metamorfismo a T alta (facies de Granulitas).
- Caracterizar la ocurrencia (yacencia), estructuras-microestructuras, asociaciones minerales, reacciones y condiciones de formación de las granulitas máficas y eclogitas: clasificación y características de las facies; conocer cómo se efectúa la transición de la facies de Anfibolitas a las facies de Eclogitas o Granulitas.
- Manejar diagramas ACF y secuencias de diagramas ACF representadas en espacios P-T, a los efectos, a partir de asociaciones minerales determinadas con microscopio petrográfico, estimar las condiciones metamórficas bajo las cuales se habría formado una muestra problema (rangos de P o T aproximados).
- Caracterizar el metamorfismo hidrotermal de las rocas basálticas, su importancia, las rocas, asociaciones minerales, microestructuras y ambiente tectónico donde se desarrolla.
- Conocer cómo la fusión parcial puede afectar a los protolitos máficos: factores que controlan la formación de migmatitas máficas, su representación en diagramas T-XCO₂+N₂ en relación a la génesis de granulitas máficas y anfibolitas de alto grado.
- Saber identificar las evidencias que indican la presencia de fundidos provenientes de la fusión parcial de rocas máficas: cómo buscarlas cuando en un mismo afloramiento conviven con rocas metapelíticas y los fundidos anatéticos provenientes de ellas.

UNIDAD 8. METAMORFISMO REGIONAL DE ROCAS SEDIMENTARIAS CALCÁREAS.

- Conocer la importancia de estudiar el metamorfismo regional progresivo de protolitos sedimentarios calcáreos (calizas, dolomías, margas): características generales.

- Conocer la composición mineralógica, las estructuras-microestructuras, diagramas químicos de fases (relaciones quimiográficas en el sistema CMS-HC) y diagramas T-XCO₂ que caracterizan a las rocas calcáreas, a los efectos de poder representar, comprender y tipificar, el equilibrio de los diferentes tipos de reacciones: reacciones sólido-sólido, de descarbonatación, de deshidratación, de deshidratación-descarbonatación, de hidratación-descarbonatación, de carbonatación-deshidratación.
- Utilizando secuencias de diagramas de fase triangulares CMS-HC o diagramas T-XCO₂, caracterizar y comparar, cómo es el metamorfismo progresivo de rocas calcáreas cuando es asistido por fluidos de composición constante (zonas del Talco, Tremolita, Diópsido y Forsterita) o de composición variable: metamorfismo de rocas calcáreas bajo sistema cerrado o sistema abierto a los fluidos.
- Describir, analizar y evaluar las estructuras-microestructuras, asociaciones minerales y condiciones metamórficas bajo las cuales se formaron, muestras problema de rocas metacarbonáticas.
- Utilizando asociaciones minerales, comparar la equivalencia de zonas o facies presentes en rocas metapelíticas, metamáficas y metacarbonáticas.

UNIDAD 9. METAMORFISMO DE CONTACTO.

- Definir y contextualizar el metamorfismo de contacto: variables que los controlan, partes involucradas (cuerpos intrusivos y rocas de caja), fenómenos producidos (metamorfismo isoquímico versus aloquímico) y rocas resultantes.
- Reconsiderar y manejar los aspectos básicos sobre transmisión del calor en cuerpos rocosos (flujo calórico).
- Definir borde cocido, aureola de contacto y hornfels: características y desarrollo.
- Caracterizar el metamorfismo de contacto progresivo de protolitos pelíticos: rocas originadas, estructuras y microestructuras, asociaciones minerales, diagramas de fase, series de facies, isogradas de reacción y zonas metamórficas.
- Mediante asociaciones minerales diagnósticas de bajo, medio y alto grado, comparar el metamorfismo de contacto de protolitos pelíticos con el de rocas máficas y calcáreas.
- Caracterizar brevemente y ejemplificar casos de metamorfismo de contacto en protolitos ultramáficos (multisistema CFMAS-H₂O-CO₂) y ferruginosos (sistemas FS-H₂O, CFMS-H₂O, FMS-H₂O-CO₂-O₂).
- Caracterizar el pirometamorfismo y sus rocas resultantes (buchitas, esmeriles).
- Conocer la importancia de integrar los estudios de aureolas metamórficas en relación a los mecanismos de emplazamiento de plutones (evolución estructural o tectónica de las aureolas de contacto). Analizar en forma comparativa los controles generales que gobiernan la diversidad y sistemática de las aureolas de contacto.
- Caracterizar el metamorfismo de contacto aloquímico o metasomatismo (a sistema abierto), sus factores de control y mecanismos (difusión versus infiltración): comportamiento de los fluidos y cambios modales-químicos que conllevan los procesos metasomáticos.
- Conocer las modificaciones que deben introducirse en la regla mineralógica de las fases cuando se la quiere utilizar en el estudio de procesos metasomáticos (componentes inertes y componentes perfectamente móviles).



- Caracterizar los distintos tipos y ambientes del metasomatismo dando ejemplo de sus rocas y asociaciones minerales (1. Involucrando rocas de caja ígneas y clásticas: metasomatismo alcalino y alcalino-térreo, del hidrógeno, por adición de volátiles y fenitización; 2. metasomatismo involucrando rocas de caja carbonáticas: skarns anhidros e hidratados; y 3. rocas de caja ultramáficas: nociones sobre "blackwalls", esteatización y serpentinización).
- Conocer y manejar diagramas químicos y/o mineralógicos generales o esquemas, donde algún ejemplo de metasomatismo pueda ser representado.

UNIDAD 10. METAMORFISMO DINÁMICO.

- Retomar y manejar conceptos básicos de la Geología Estructural (ej. esfuerzo versus deformación, tipos de deformación, cizalla pura versus cizalla simple).
- Caracterizar el metamorfismo dinámico y conocer la importancia de estudiar sus rocas (¿por qué estudiarlas en Petrología II y no exclusivamente en Geología Estructural?).
- Caracterizar los ámbitos de ocurrencia, sus protolitos, la yacencia de sus rocas (mega-hasta la microescala), factores de control y estructuras originadas: conocer que es una zona de cizalla y cómo puede ser su "anatomía".
- Caracterizar y reconocer zonas de cizalla (con énfasis en las dúctiles y frágiles-dúctiles) en relación a sus rocas precursoras (protolitos) en diversas escalas de observación.
- Conocer las precauciones y consideraciones que deben tenerse en cuenta cuando hay que estudiar o trabajar en terrenos afectados por metamorfismo dinámico: el mapeo y la toma de muestras orientadas (cómo y con qué instrumental hacerla en campaña, a los efectos de agilizar la captura de datos estructurales).
- Introducir y caracterizar cómo es el comportamiento reológico de rocas y minerales comunes (ej. los que integran las rocas graníticas) durante los procesos dinámico metamórficos.
- Caracterizar, saber reconocer y diferenciar, describir y analizar, rocas típicas generadas por el metamorfismo dinámico (ej. milonitas, cataclasitas, etc.), con miras a su clasificación e interpretación genética: partes, rasgos heredados del protolito, composición y distribución de las estructuras y minerales (dominios).
- Conocer y manejar los sistemas de clasificación de las rocas dinámicas.
- Conocer, saber analizar e interpretar estructuras y microestructuras en milonitas: indicadores cinemáticos (su valor como herramienta en los estudios de zonas / fajas cizalladas).
- Reconocer y analizar diferentes tipos de indicadores cinemáticos.
- Diferenciar milonitas de rocas que semejan ser milonitas ("falsas milonitas").
- Conocer y reflexionar sobre los límites del metamorfismo dinámico (los procesos frágiles y/o de baja temperatura versus los procesos dúctiles de alto grado): cómo buscar las evidencias del metamorfismo dinámico sensu stricto y cómo enlazarlo con otros metamorfismos (ej. el regional dinamotérmico u orogénico): blastomilonitas y gneises miloníticos (caracterización y condiciones de formación).
- Conocer y manejar conceptos básicos sobre la recurrencia temporal del dinamometamorfismo (poli-milonitización) y su importancia en la reactivación de las zonas de cizalla dúctil: milonitas versus tiempo.



- Conocer la importancia que pueden tener los fluidos durante la formación de rocas dinámicas.

UNIDAD 11. MAPEO DE TERRENOS METAMÓRFICOS.

- Conocer qué datos son relevantes para capturar en trabajos de campo de interés metamórfico.
- Conocer, saber seleccionar y utilizar métodos y técnicas que permitan esbozar y llevar adelante un proyecto de trabajo relacionado con el estudio de rocas y áreas metamorizadas: justificación y etapas de un trabajo tipo (gabinete, campo y gabinete-laboratorio): trabajos de gabinete previos a las tareas de campo.
- Conocer los procedimientos y recursos básicos que se utilizan en el mapeo / relevamiento de áreas metamorizadas según los objetivos de trabajo para un área tipo: toma de muestras y captura de datos (estructurales, litológicos, topográficos) y posterior tratamiento en gabinete / laboratorio, y eventual relación con los procesos y cuerpos de rocas ígneas.
- Conocer y manejar los criterios a tener en cuenta para correlacionar rocas o unidades de rocas metamórficas en el campo: qué analizar y qué significación tiene considerar estructura, litología o protolito, asociaciones minerales, zonas metamórficas, facies, etc.
- Conocer el instrumental (y su manejo) y métodos de levantamientos básicos, qué información y observaciones debemos hacer en campaña y cómo organizarla en la libreta de campo: ejercitación.
- Adquirir nociones básicas sobre cómo analizar y sistematizar la información de campo, gabinete y laboratorio para finalmente integrarla, compararla, interpretarla y extraer conclusiones: la confección (y redacción) del informe final.
- Ejercitar el manejo e interpretación de mapas y bosquejos geológicos donde litología, estructura y curvas de uso común en petrología metamórfica (ej. isobaras, isotermas, isogradas de reacción), estén representadas en un mismo mapa, con miras a comprender la historia geológico-metamórfica del área.

UNIDAD 12. UTILIDAD Y APLICACIÓN DE LAS ROCAS METAMÓRFICAS.

- Introducir y conocer en forma abreviada, la utilidad y aplicaciones que tienen los minerales y rocas metamórficas.
- Conocer la importancia de poder hacer estudios metamórficos como trabajos de apoyo o interdisciplinarios a la hora de resolver problemáticas de otras disciplinas geológicas o de otras ciencias de la Tierra.
- Conocer y valorar cuáles son los puntos de contacto, mediante ejemplos, entre: (1) la petrología metamórfica y la geología de yacimientos (el metamorfismo como generador de depósitos minerales versus el metamorfismo como removilizador de depósitos minerales), (2) petrología metamórfica y la mineralogía aplicada / gemología, (3) petrología metamórfica y la geología aplicada, (4) petrología metamórfica y las ciencias ingenieriles (construcción) y arquitectura (utilización como áridos en hormigones, pavimentos, en morteros, en obras construidas actuales y del pasado con valor patrimonial, para uso portante o decorativo / ornamental), (5) la petrología metamórfica y otras ciencias de los materiales (ej. cerámica, metalurgia), (6) la petrología metamórfica y arqueología, (7) la petrología metamórfica en el arte (ej. utilización de rocas metamórficas en esculturas).



UNIDAD 13. METAMORFISMO Y CONTEXTO GEODINÁMICO.

- En el marco de la tectónica de placas, definir qué es un orógeno (tipos), qué se entiende por orogénesis y ciclo orogénico, contextualizando el metamorfismo asociado.
- Retomando conceptos introducidos en los TEMAS 3 y 5, caracterizar y comparar (mediante diagramas) los diferentes tipos de historias (o trayectorias) presión-temperatura-deformación-tiempo (P-T-D-t): su deducción a partir de casos de estudio en cinturones orogénicos.
- Conocer el significado (interpretación) de trayectorias horarias y anti-horarias, prógradas y retrógradas.
- Caracterizar, ejemplificar y comprender la evolución metamórfica en zonas de convergencia de placas asociadas a subducción: cinturones metamórficos y cinturones metamórficos apareados.
- Conocer el concepto de polaridad metamórfica.
- Caracterizar y ejemplificar trayectorias de tipo Alpino versus tipo Franciscano.
- Caracterizar, ejemplificar y comprender la evolución metamórfica en zonas de colisión continental: trayectorias en granulitas y eclogitas.
- Conocer qué son los domos gnéissicos y los complejos metamórficos centrados: importancia.
- Definir y caracterizar qué es un cratón, un cinturón móvil y un cinturón de rocas verdes, ejemplificando cómo ha sido el metamorfismo asociado a su desarrollo: importancia de su estudio. Conocer qué es un basamento cristalino.
- Definiendo qué es una provincia geológica y retomando el concepto de basamento cristalino, caracterizar brevemente cómo es el estado del conocimiento de las rocas y terrenos metamorizados en Argentina.
- Conocer y caracterizar en forma comparativa el metamorfismo en dos provincias geológicas argentinas donde los procesos metamórficos hayan tenido participación relevante en la construcción de la historia de la región (ej. Tandilia y Sierras Pampeanas).
- Reconsiderando e interrelacionando los tópicos abordados a lo largo de todo el curso, sintetizar cuáles son los objetivos y alcances que persiguen los estudios actuales en petrología metamórfica: ¿por qué estudiar rocas y procesos metamórficos?
- Relacionar la importancia de los fluidos con los procesos metamórficos.
- Adquirir una perspectiva histórica sobre cómo evolucionaron las ideas en Petrología Metamórfica y conocer algunas de sus líneas de trabajo / investigación actuales.

4.-CONTENIDOS.

UNIDAD 1. EL METAMORFISMO Y SUS PRODUCTOS, LAS ROCAS METAMÓRFICAS.

OBJETIVOS: Introducir al alumno en la Petrología Metamórfica y la importancia del estudio de los procesos metamórficos. Definir el metamorfismo, sus factores de control, su clasificación y relación con otros procesos petrogenéticos, y los productos generados (rocas).

CONTENIDOS:



Definición del metamorfismo: conceptos y principios que lo rigen. Campo de estudio de la Petrología Metamórfica e importancia de su estudio. Factores de control del metamorfismo: temperatura (T), presión (P), composición de la fase fluida, tiempo geológico (t). Los protolitos de las rocas metamórficas. Metamorfismo bajo sistema químico cerrado y abierto. Clasificación del metamorfismo basado en: (1) factores de control, (2) escala (área o distancia de influencia), (3) asociación con ambientes de la tectónica de placas y procesos orogénicos. Características de cada tipo de metamorfismo. Límites de T-P. Casos extremos: (1) Metamorfismo en CNPT; (2) Transición entre diagénesis y metamorfismo incipiente: anquimetamorfismo; (3) Metamorfismo de ultra alta temperatura y (4) Metamorfismo de ultra alta presión. Concepto de isobara e isoterma. Concepto de metamorfismo progresivo y su representación en diagramas P-T: pico térmico (o clímax metamórfico), pico bórico, metamorfismo prógrado y retrógrado. Concepto de mono- y polimetamorfismo, monofásico y polifásico. Concepto de geoterma metamórfica: geoterma estable y transitoria; gradiente de campo regional. Escalas de abordaje del estudio de procesos metamórficos: importancia de los trabajos de campo y microscópicos. Nociones sobre técnicas e instrumental útiles en el estudio de rocas y minerales metamórficos (tomografía computada de rayos x de alta resolución, microsonda electrónica, cátodoluminiscencia, estudio de los fluidos metamórficos a través de inclusiones fluidas e isótopos, difracción de rayos x, métodos geocronológicos). Ejemplos.

UNIDAD 2. METAMORFISMO Y LOS CAMBIOS MINERALÓGICOS.

OBJETIVOS: Introducir al alumno en el conocimiento de los cambios químicos, termodinámicos y mineralógicos al estado sólido involucrados en los procesos metamórficos (reacciones metamórficas), reconociendo minerales y asociaciones minerales comunes alcanzadas durante el equilibrio químico.

CONTENIDOS:

Mineralogía de las rocas metamórficas y minerales con significado metamórfico particular (minerales índices): sus propiedades físicas, químicas y ópticas; clasificación; reconocimiento y diferenciación en base a sus características meso y microscópicas; distribución en las diferentes variedades de rocas, condiciones y/o ambientes metamórficos. Abreviaturas minerales de uso internacional. El equilibrio químico en el metamorfismo. Regla de las fases. Ejemplo de construcción de un diagrama de fases para sistemas multicomponentes según el método de Schreinemakers. Evidencias del equilibrio en las rocas metamórficas: asociación mineral en equilibrio y paragénesis; ejemplos. Asociaciones limitantes y no limitantes. Representación gráfica del equilibrio (diagramas químicos de fases). Clasificación de las reacciones metamórficas en base a: (1) varianza (univariantes, bivariantes), (2) efecto (transferencia neta e intercambio catiónico), (3) grado de progreso (discontinuas, continuas), (4) fases (polimórficas, de exsolución) y (5) estado de las fases involucradas (ej. sólido-sólido; reacciones que involucran fases fluidas: desvolatilización, deshidratación, descarbonatación y óxido-reducción); ejemplos y representación en diagramas P-T. Velocidad y reversibilidad de las reacciones metamórficas: metamorfismo retrógrado. Ejemplos.

UNIDAD 3. METAMORFISMO Y LOS CAMBIOS ESTRUCTURALES.

OBJETIVOS: Estudiar las variedades de estructuras reconocibles en rocas y terrenos metamorfizados en las diversas escalas, introduciendo sus posibles mecanismos genéticos y analizando su significado temporal, a los efectos de comparar metamorfismo con deformación tectónica.

CONTENIDOS:

Concepto de cristalización y recrystalización en metamorfismo y su manifestación en las rocas resultantes: la fábrica de las rocas metamórficas en las diferentes escalas de observación, estructura, microestructura y textura. Mecanismos del metamorfismo: activación, migración, nucleación, crecimiento. Microestructuras de equilibrio: recrystalización y cristalización metamórfica. Microestructuras de desequilibrio: zonación, minerales relicto, bordes de reacción, coronas, simplectitas. Microestructuras originadas por deformación. Mecanismos de deformación intracrystalina e intercrystalina y sus evidencias petrográficas. Deformación dúctil, frágil-dúctil y frágil. Energía de superficie, defectos cristalinos, difusión en sólidos. Elementos de fábrica: planos y líneas a distintas escalas; elementos cristalográficos y no cristalográficos. Concepto de planaridad y lineación. Fábricas isotrópicas y anisótropas; ejemplos. Fábricas planares (S), lineales (L) y combinadas (SL). Concepto de foliación, clivaje y esquistosidad. Clasificación morfológica moderna de las foliaciones. Clasificación de la lineación. Mecanismos genéticos asociados al desarrollo de foliaciones y/o lineaciones. Relación entre cristalización y deformación tectónica: microestructuras resultantes; concepto de porfiroblasto y poiquiloblasto; porfiroblastos y poiquiloblastos pre, sin, inter y postectónicos; rotación de poiquiloblastos; interpretación. Concepto de petrofábrica y utilidad de los estudios de petrofábrica. Ejemplos.

UNIDAD 4. CLASIFICACIÓN DE LAS ROCAS METAMÓRFICAS.

OBJETIVOS: Clasificar las rocas metamórficas según los diferentes criterios (mineralógicos, texturales-estructurales, basados en la naturaleza del protolito, en la composición química global de la roca y en denominaciones especiales).

CONTENIDOS:

Necesidad de introducir clasificaciones y cómo denominar a las rocas metamórficas. Criterios de clasificación: (1) estructurales-texturales, (2) mineralógicos (por sus minerales índices o composición modal), (3) relacionados con la naturaleza del protolito, (4) composición química global de la roca, y (5) denominaciones especiales. Prefijos y sufijos minerales de las rocas metamórficas. Recomendaciones de la Subcomisión de Sistemática de las Rocas Metamórficas (SCMR) dependiente de la Unión Internacional de Ciencias Geológicas (IUGS). Ejemplos.

UNIDAD 5. EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES DEL METAMORFISMO.

OBJETIVOS: Conocer las condiciones físicoquímicas que asistieron al metamorfismo durante la formación de minerales en equilibrio (o en desequilibrio) y sus respectivas rocas metamórficas.



CONTENIDOS:

Concepto de mineral índice (ejemplos en metapelitas). Concepto de isograda, isógrada de reacción y zona metamórfica. Concepto de facies y subfacies metamórfica: reseña histórica y características. División del metamorfismo en grados metamórficos. Utilización de las asociaciones minerales en equilibrio como herramienta para determinar la facies en una roca metamórfica. Concepto de serie de facies; ejemplos. Clasificación del metamorfismo en base a las relaciones P/T: (1) alta P / baja T, (2) baja P / alta T, (3) P/T intermedias. Concepto de batograda y batozona metamórfica. Metamorfismo regional prógrado de una pelita hasta granulita. Geotermobarometría: fundamentos; concepto de geotermómetro y geobarómetro metamórfico. Utilización de las reacciones continuas y discontinuas como geotermómetros y geobarómetros. Quimiografías con proyecciones simples y complejas: ejemplo del sistema KMFASH y subsistemas AFM - AKF: diagramas de fases y diagramas de fase secuenciados para distintas condiciones de P-T. Concepto de grilla petrogenética y de pseudosección; ejemplos. Programas de computación para cálculos geotermobarométricos y diagramas de fases.

UNIDAD 6. METAMORFISMO REGIONAL DE PROTOLITOS PELÍTICOS.

OBJETIVOS: Caracterizar el metamorfismo regional progresivo de protolitos pelíticos, las condiciones que lo asisten, los cambios estructurales y mineralógicos producidos en las rocas precursoras, y su significado petrogenético.

CONTENIDOS:

Secuencia litológica y mineralogía típica. Los minerales índice. Las zonas metamórficas de Barrow: zona de clorita, biotita, granate, estauroлита, cianita y sillimanita. Isógradas de reacción. Procesos metamórficos con $P_f = P_{tot}$, a presión intermedia: facies Esquistos Verdes y Anfibolitas. Variaciones del esquema zonal Barroviano. Metamorfismo de rocas pelíticas con $PH_2O < P_{tot}$: muy alta temperatura, facies de Granulitas; ultra-alta temperatura ($> 900^\circ C$). A baja presión: facies de Anfibolitas Cordieríticas. A alta presión: facies de Esquistos Azules y Eclogitas. A ultra-alta presión (con coesita). Rocas, asociaciones minerales, reacciones metamórficas y condiciones de presión y temperatura alcanzadas. Ejemplos de cada tipo de metamorfismo. Grilla petrogenética. Fusión parcial de protolitos pelíticos: migmatitas: definición, reseña histórica, relaciones de campo, clasificación y génesis; fusión en ausencia de fase fluida libre; restitas; relaciones migmatización versus deformación tectónica; rasgos meso- y microestructurales que indican la presencia de fundidos en la génesis de una migmatita. Extracción de fundidos anatéticos. Ejemplos.

UNIDAD 7. METAMORFISMO REGIONAL DE PROTOLITOS ÍGNEOS MÁFICOS. GENERALIDADES SOBRE EL METAMORFISMO DE ROCAS ÍGNEAS FÉLSICAS Y ULTRAMÁFICAS.

OBJETIVOS: Caracterizar el metamorfismo regional progresivo de protolitos ígneos (máficos, félsicos y ultramáficos), las condiciones que lo asisten, los cambios estructurales y mineralógicos producidos en las rocas precursoras, y su significado petrogenético.



CONTENIDOS:

Protolitos máficos: sistema químico y su representación gráfica: diagramas ACF, ACFN, ACFM y AFM; proyecciones. Hidratación de los protolitos. Procesos metamórficos con $P_f = P_T$ y con $P_{H_2O} < P_T$. Rocas, facies, cambios mineralógicos y características de las reacciones metamórficas. Metamorfismo a: (1) baja temperatura: facies de Ceolitas y Prehnita-Pumpellyita; (2) presión intermedia: facies Esquistos Verdes, Anfibolitas epidóticas y Anfibolitas; (3) presión alta: facies de Esquistos Azules y Eclogitas; (4) temperatura alta: facies de Granulitas. Metamorfismo hidrotermal de rocas basálticas. Ejemplos de cada tipo de metamorfismo. Fusión parcial de protolitos ígneos máficos: evidencias estructurales y mineralógicas. Protolitos félsicos (granitoides): facies; rocas; rasgos de fábrica; cambios mineralógicos y reacciones metamórficas; ejemplos; granitoides migmáticos y charnockitas. Protolitos ultramáficos: rocas; sistemas químicos; isogradas; asociaciones minerales; ejemplos (metamorfismo progresivo de una harzburgita hidratada; metamorfismo progresivo de una lherzolita aluminosa hidratada).

UNIDAD 8. METAMORFISMO REGIONAL DE ROCAS SEDIMENTARIAS CALCÁREAS.

OBJETIVOS: Caracterizar el metamorfismo regional progresivo de protolitos sedimentarios calcáreos (calizas, dolomías, margas), las condiciones que lo asisten, los cambios estructurales y mineralógicos, y su significado petrogenético.

CONTENIDOS:

Facies, cambios mineralógicos y de fábrica; características de las reacciones metamórficas. Sistemas químicos y su representación gráfica. Importancia de la composición de la fase fluida en los cambios metamórficos. Diagramas T-XCO₂. Reacciones metamórficas: reacciones de descarbonatación, deshidratación, deshidratación-descarbonatación, hidratación-descarbonatación, carbonatación-deshidratación. Metamorfismo progresivo asistido por fluidos de composición fija y variable. La reacción $Cal + Qtz = Wo + CO_2$. Otros ejemplos.

UNIDAD 9. METAMORFISMO DE CONTACTO.

OBJETIVOS: Definir y contextualizar el metamorfismo de contacto: partes involucradas (cuerpos intrusivos y rocas de caja), fenómenos producidos (metamorfismo isoquímico versus aloquímico), aureolas metamórficas, rocas, texturas y asociaciones minerales resultantes.

CONTENIDOS:

Conceptos generales. Interacción entre el emplazamiento de cuerpos intrusivos y las rocas encajantes: bordes cocidos y aureolas de contacto. Transporte del calor. Características y factores que controlan el desarrollo de una aureola de contacto. Metamorfismo de contacto en rocas pelíticas: texturas, facies, series de facies, ejemplos. Pirometamorfismo: buchitas, esmeriles. Metamorfismo de contacto en rocas calcáreas, máficas y ultramáficas. Facies del metamorfismo de contacto progresivo. El metasomatismo: conceptos generales; naturaleza de los fluidos; cambios modales y químicos; tipos y ambientes del metasomatismo.



Clasificación: (1) Rocas de caja ígneas y clásticas: metasomatismo alcalino y alcalino-térreo, del hidrógeno, por adición de volátiles y fenitización. (2) Rocas de caja carbonáticas: skarns anhidros e hidratados. (3) Rocas de caja ultramáficas: blackwalls, esteatización y serpentinización. Ejemplos.

UNIDAD 10. METAMORFISMO DINÁMICO.

OBJETIVOS: Caracterizar el metamorfismo dinámico y conocer la importancia de estudiar sus rocas: ámbitos de ocurrencia, protolitos, yacencia de sus rocas (mega- hasta la microescala), factores de control, estructuras originadas y clasificación con miras a su significado metamórfico.

CONTENIDOS:

Características generales, factores de control y relaciones de campo. Partes que integran una roca del metamorfismo dinámico: matriz y porfiroclastos. Características de las zonas de cizalla frágil, frágil-dúctil y dúctil: rocas generadas y su clasificación. Diferencias entre cataclasis y milonitización. Estructuras y microestructuras de las milonitas. Nociones sobre el comportamiento mecánico de algunos minerales sometidos a metamorfismo dinámico (ej. cuarzo, feldespatos, micas). Criterios de clasificación de las milonitas: (1) relación matriz / porfiroclastos, (2) composición mineral, (3) grado metamórfico. Toma de muestras orientadas y confección de cortes delgados orientados. Concepto de indicador cinemático, variedades, escalas en que pueden presentarse y su análisis. Concepto de porfiroclasto manteado: clasificación de los porfiroclastos manteados. Ejemplos.

UNIDAD 11. MAPEO DE TERRENOS METAMÓRFICOS.

OBJETIVOS: Conocer qué datos son importantes recolectar en trabajos de campo en basamentos metamórficos, y ejercitar métodos y técnicas básicas que tienen por objetivo confeccionar mapas de áreas metamorfizadas para luego interpretarlos. Adquirir nociones sobre análisis, discusión e interpretación de resultados, con miras a la síntesis final.

CONTENIDOS:

Nociones generales y planteo de objetivos según las diferentes problemáticas a resolver. Técnicas de mapeo en gabinete: el análisis bibliográfico, mapas, fotografías aéreas, fotomosaicos e imágenes satelitales; uso del estereoscopio y elaboración del fotomapa preliminar a ser utilizado en campaña. El trabajo de campo: localización, toma y rotulación de muestras de roca según el objetivo del trabajo (análisis microestructural y mineralógico, de facies, geocronología, geoquímica, inclusiones fluidas). Equipamiento e instrumental básico para la medición, captura y almacenamiento de datos. Qué observar en las rocas metamórficas (contactos litológicos, elementos geométricos de pliegues, foliaciones, lineaciones, aparición / desaparición de minerales o asociaciones minerales, indicadores cinemáticos). Organización de la libreta de campo: anotación y resumen de los datos; utilización de fotos, esquemas, bloques diagrama y gráficos. Muestras especiales para otros estudios (microsonda electrónica, isótopos). El muestreo orientado para estudios de microtectónica y posterior confección de cortes delgados orientados. Trabajos de gabinete-

laboratorio posteriores al campo: dibujo final del mapa, preparación de cortes delgados; la proyección estereográfica como herramienta en el análisis y síntesis de la información estructural; importancia de los estudios de petrofábrica; las tareas de análisis, discusión, integración de resultados y conclusiones; redacción del informe final. Pautas para la elaboración de un proyecto de trabajo con viaje de campaña a un área con basamento cristalino ígneo-metamórfico.

UNIDAD 12. UTILIDAD Y APLICACIÓN DE LAS ROCAS METAMÓRFICAS.

OBJETIVOS: Introducir y dar a conocer la importancia que tienen los minerales y rocas metamórficas como materiales de aplicación.

CONTENIDOS:

Nociones básicas sobre el metamorfismo como proceso modificador y generador de depósitos minerales; ejemplos; rol de los fluidos metamórficos. Características e importancia del metamorfismo de formaciones de hierro bandeado (BIF): utilidad. Las rocas metamórficas en la ingeniería civil, en la construcción, arquitectura y en el arte (como agregado pétreo en tecnología del hormigón, como material estructural, como revestimiento y roca ornamental). Rocas metamórficas y patrimonio histórico construido. Minerales metamórficos de importancia económica (uso industrial, gemas, otros). Ejemplos.

UNIDAD 13. METAMORFISMO Y CONTEXTO GEODINÁMICO. HISTORIA DE LA PETROLOGÍA METAMÓRFICA.

OBJETIVOS: Contextualizar y relacionar los procesos metamórficos con los procesos tectónicos (o ambientes geodinámicos) u otros procesos petrológicos relevantes de la litósfera, con miras a reconstruir e interpretar historias Presión-Temperatura-Deformación-tiempo (trayectorias P-T-D-t). Introducir una perspectiva histórica sobre cómo evolucionaron las ideas en petrología metamórfica y tener nociones sobre las líneas de investigación actuales (ej. rol de los fluidos en los procesos metamórficos).

CONTENIDOS:

Concepto de basamento cristalino. Metamorfismo y asociaciones petrotectónicas. Relación entre metamorfismo, procesos ígneos y tectónica de placas: zonas de colisión y extensión cortical (orógenos y rifts). Estudio de dos casos opuestos de metamorfismo: contacto versus dinámico (a. Tectónica y sistemática de aureolas metamórficas. b. Las rocas dinámicas en la evolución tectónica de la litósfera).

Cinturones metamórficos apareados; polaridad metamórfica.

Trayectorias metamórficas presión-temperatura-tiempo (PTt) y presión-temperatura-deformación-tiempo (PTDt). Trayectorias de tipo Alpino y Franciscano. Trayectorias retrógradas en granulitas y eclogitas.

Fusión cortical y flujo asociado a cadenas montañosas; extracción y movimiento de fundidos a través de la corteza.

Domos gnéisicos.

Complejos metamórficos centrados.

Distribución del metamorfismo a lo largo del tiempo geológico (Precámbrico y Fanerozoico). El metamorfismo en áreas cratónicas, núcleos arqueanos, cinturones de rocas verdes y cinturones móviles.

Estado del conocimiento de las rocas metamórficas en nuestro país. Características petrológicas, geocronológicas y estructurales sobresalientes del basamento ígneo-metamórfico de dos áreas de importancia geológica en Argentina: Tandilia y Sierras Pampeanas.

- Fluidos y Metamorfismo: comportamiento y participación de los fluidos en los diferentes procesos metamórficos. Importancia de su estudio.
- Historia abreviada de la Petrología Metamórfica en el mundo y en nuestro país: petrólogos, escuelas, estudios llevados adelante y paradigmas que condujeron su avance y desarrollo.

5.- LISTA DE TRABAJOS PRACTICOS.

U.1. Introducción al metamorfismo y las rocas metamórficas: conceptos y definiciones.

U.2. El Metamorfismo y los cambios mineralógicos (mineralogía de las rocas metamórficas).

U.3. El Metamorfismo y los cambios estructurales (fábrica de las rocas metamórficas).

U.4. Clasificación de las rocas metamórficas.

Actividades U.1 a U.4: observación y descripción meso-microscópica (mediante lupa de mano y microscopio de polarización), de los componentes minerales (fases) y fábricas de las rocas metamórficas, apuntando a la identificación de su protolito y tipo de metamorfismo que las generó, asignándoles un nombre clasificatorio.

U.5. Evaluación de las condiciones del metamorfismo.

Conceptos generales. Observación y descripción de fábricas, microestructuras y asociaciones minerales de diversas rocas metamórficas, a los efectos de clasificarlas y establecer el tipo de metamorfismo y condiciones P-T aproximadas (cualitativamente), para conocer la(s) facies metamórfica(s) bajo las cuales se formaron.

U.6. Metamorfismo regional de protolitos pelíticos.

Conceptos generales. Descripción, análisis e interpretación de rocas pelíticas metamorfolizadas. Determinación de la fábrica, asociaciones minerales y facies. Clasificación de sus rocas. Determinación de la fábrica, microestructura, mineralogía y clasificación de migmatitas. Cálculo de las proporciones moleculares y recálculos de análisis químicos de metapelitas útiles para la construcción de diagramas químicos de fases.

U.7. Metamorfismo regional de protolitos ígneos máficos.

Conceptos generales. Descripción, análisis e interpretación de rocas máficas metamorfolizadas. Determinación de la fábrica, asociaciones minerales, eventual mineralogía relictica y facies. Clasificación de sus rocas. Cálculo de las proporciones moleculares y recálculos de análisis químicos utilizados en la construcción de diagramas químicos de fases.



U.8. Metamorfismo de protolitos calcáreos y calcosilicáticos.

Conceptos generales. Descripción, análisis e interpretación de sus rocas. Determinación de las asociaciones minerales, facies y protolito. Diagramas de fase útiles. La reacción $Cal + Qtz = Wo + CO_2$ (en condiciones isoquímicas y en presencia de fluidos acuosos).

U.9. Metamorfismo de contacto y metasomatismo.

Conceptos generales. Determinación de la fábrica, asociaciones minerales, facies y protolito de rocas metamórficas de contacto y metasomáticas.

U.10. Metamorfismo dinámico.

Conceptos generales. Determinación de la fábrica, microestructura, mineralogía e indicadores cinemáticos en rocas metamórficas de origen dinámico. Determinación del protolito y grado metamórfico alcanzado durante la milonitización.

U.11. Mapeo de terrenos metamórficos.

Conceptos generales. Yacencia de las rocas metamórficas. Manejo de mapas de áreas de basamento metamorquizadas. Aplicación e integración de los conocimientos trabajados a lo largo del año.

6.- OTRAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS POR LA CÁTEDRA. (Seminarios, salidas de campo, viajes de campaña, aunque éstas se encuentren sujetas a posibilidades económicas, visitas, monografías, trabajos de investigación, extensión, etc.)

• VIAJE DE CAMPAÑA

Se registrará por la reglamentación actual vigente (Plan Regulador de Viajes de Campaña de las Carreras de Grado - FCNyM). Tendrá carácter opcional. Si bien se puede realizar en cualquier época del año, a los efectos de asegurar un mejor aprovechamiento por parte del alumno, estará diagramado para los meses de Octubre o Noviembre, cuando prácticamente el dictado de la materia se ha completado. El trabajo de campo se planificará durante el año y tendrá por objetivo general, poner al alumno en contacto con las rocas y procesos metamórficos en su contexto y escalas naturales. La zona a elegir deberá ser accesible, con buena logística, y donde el metamorfismo tenga buena expresión y se lo pueda relacionar e integrar con los objetivos y conocimientos de otras asignaturas con las cuales se podrá compartir la campaña (las Sierras de Azul o Tandil, en Tandilia, constituyen lugares viables por su cercanía e infraestructura) o las Sierras Pampeanas de San Luis / Córdoba. Se justificará la zona a elegir, y el alumno tendrá acceso en forma previa a toda la información bibliográfica existente del área donde trabajará; se plantearán objetivos alcanzables en función de la duración de la campaña donde las actividades tenderán al trabajo en forma grupal (en equipos). Objetivos: se hará hincapié en la observación y reconocimiento de diferentes tipos de rocas, su yacencia, estructuras, clasificación y modalidades de muestreos según los objetivos del trabajo, y cómo relevar o mapear unidades litológicas metamorquizadas, tendiendo a completar los conocimientos adquiridos en el aula. El viaje de campaña deberá posibilitar que el alumno internalice y comprenda el significado del trabajo geológico en sus dos escalas: la espacial y la temporal. El alumno se familiarizará con el

manejo de instrumental, aprenderá a capturar datos (litológicos, estructurales), y a organizarlos en la libreta de campo. Contará con recursos como brújula, cintas métricas, martillo, mapas, imágenes satelitales, fotografías aéreas, GPS y, eventualmente, teléfonos inteligentes y tabletas enlazables con recursos de la web (ej. Google Earth / Google Maps, si la zona tuviere cobertura y acceso a internet). Entre los recursos humanos, podrá participar todo el personal de la Cátedra, en función del número de alumno y partida presupuestaria a asignarse. Parte del instrumental y equipos podrán ser cedidos, en calidad de préstamo, por cátedras de la FCNyM.

Al finalizar la campaña, un informe final escrito (mapa y perfiles, muestreos litológicos, datos estructurales, análisis de los datos y conclusiones), podrá ser solicitado a los integrantes de cada grupo de trabajo, en un plazo a consensuar con el alumno. En caso de no realizarse viaje de campo, un trabajo monográfico individual o grupal que involucre manejo e interpretación de mapas, información estructural y petrológico-metamórfica integrada (podrá admitir recursos de la web).

- **VISITA A CENTRO TECNOLÓGICO.** Se regirá por la reglamentación actual vigente (Plan Regulador de Viajes de Campaña de las Carreras de Grado - FCNyM). Tendrá carácter opcional. El docente a cargo prevé la realización de una visita guiada que podrá incluir prácticas, a un centro tecnológico (LEMIT-CIC) donde, entre otras actividades, los agregados pétreos metamórficos se estudian desde un punto de vista tecnológico con destino a su utilización en la industria de la construcción.

7.- METODOLOGÍA.

PERFIL PROFESIONAL DESEADO

Petrología II será abordada y trabajada cuidando garantizar la progresión, continuidad e interrelación de sus conocimientos propios con los de materias afines que la antecedan, acompañen y continúen, de manera que contribuya a formar un profesional sólido en saberes y competencias, que tenga conocimientos y habilidades básicas generales para abordar problemáticas geológicas variadas, tanto en sus aspectos prácticos como teóricos, ejercitado en la buena observación, captura, análisis, discusión e interpretación de resultados, que sea reflexivo y racional, pero a la vez crítico, con pensamiento independiente, consciente de las dificultades que se le presentarán durante el ejercicio futuro de la profesión. La materia apuntará a formar un geólogo idóneo y responsable, capaz de saber direccionarse para actuar inter- o multidisciplinariamente, mediante un lenguaje oral y escrito coherente y claro, con otros profesionales de las Ciencias de la Tierra o de otras profesiones, lo cual redundará en mejoras de sus incumbencias, práctica y buen ejercicio de la profesión.

METODOLOGÍA

La metodología a seguir en Petrología II, está organizada en forma secuencial, introduciendo los conceptos y conocimientos básicos y fundamentales que, progresivamente, se irán transformando en los pilares sobre los cuales descansará el resto de la materia. Los contenidos y prácticas estarán organizados en grado creciente de complejidad, partiendo de ejemplos y casos de estudio simples pero de valor didáctico. Las problemáticas a resolver, en



principio, serán tomadas de ejemplos clásicos de la literatura mundial y del país, de áreas conocidas, y posteriormente podrán incorporarse casos de estudio más complejos, abordables y aptos para el análisis y la discusión en clase.

Las clases teóricas responderán a una planificación anual y se dictarán en sincronía elástica y flexible, con los trabajos prácticos, a fin de asegurar alcanzar los objetivos mínimos del curso. Se tendrán en cuenta las expectativas de los alumnos, de manera que temas o puntos de particular interés no contemplados en el programa de la asignatura, puedan ser presentados y tratados, tanto en las clases teóricas como en las prácticas, dentro o fuera de los horarios de clase pre-establecidos.

Avanzado el transcurso del año y transcurridas unas 2/4 partes del dictado de la materia, modalidades de trabajo sistematizables, como por ej. el estudio de asociaciones minerales y sus reacciones metamórficas, la selección, representación y manejo de quimiografías (o secuencias de diagramas de fase) para deducir condiciones de T y P en protolitos pelíticos y/o máficos, con variantes, serán retomadas y adoptadas como metodologías de trabajo trasladables al estudio de otros protolitos y/o tipos de metamorfismos. Esta modalidad podrá servir para confrontar al alumno con sus propias capacidades para proseguir y persistir-organizar el propio aprendizaje (competencia "aprender a aprender").

El dictado de la asignatura, deberá estimular y alimentar el interés del alumno propendiendo a generar en él no sólo la apropiación de los conocimientos de la materia, sino también a generar los hábitos y competencias necesarias para resolver problemáticas compartibles o comunes con otras asignaturas del tercer año de la carrera: por ej., cómo utilizar o conciliar las diferentes criterios, enfoques y alcance a seguir en la descripción, análisis e interpretación de una muestra de roca, en función de los objetivos perseguidos y/o requerimientos del destinatario que leerá el informe.

Las clases se orientarán hacia a construcción grupal y a la vez personalizada del aprendizaje. Los apuntes y material didáctico utilizados por la Cátedra estarán a disposición del alumno, contendrán los lineamientos y conocimientos mínimos necesarios a ser alcanzados al final de su paso por la asignatura, pero se alentará la libre consulta y lectura de material bibliográfico proveniente de otras fuentes (nacionales y/o extranjeras).

La tradición de la asignatura PETROLOGÍA, precursora de Petrología I y Petrología II, aprender a describir rocas (en muestra de mano y al microscopio) para luego interpretarlas y contextualizarlas, no será desechada y funcionará como herramienta de enlace junto a otras metodologías modernas y dinámicas, que conduzcan a la comprensión del origen, significado y evolución del metamorfismo y sus productos, su petrología, geología metamórfica y ambiente geodinámico, como un todo. En este aspecto, como expresara Peter Robinson (1991), el docente no perderá de vista que, entre otros aspectos, debe formar alumnos duchos en técnicas microscópicas, que tengan "los ojos de un petrógrafo" pero "la mente de un petrólogo".

La modalidad de dictado de Petrología II estará enfocada a la integración final e interrelación de los conocimientos abordados durante todo el año, los cuales contendrán ejemplos y prácticas problematizadoras. Este objetivo y modalidad de trabajo, también será tomado en



cuenta durante las evaluaciones, donde al alumno se le requerirá un grado mínimo de integración de los saberes.

Se pondrá énfasis en la integración de las escalas espaciales y temporales en que transcurren los fenómenos geológico-metamórficos: en tal sentido, la planificación y realización de un viaje de campaña a zonas tipo (ej. Tandilia, Sierras Pampeanas), será importante para completar su formación y dar respuesta a una problemática común en las Ciencias de la Tierra: la INTEGRACIÓN de las ESCALAS DE TRABAJO.

La Cátedra constituirá un espacio de referencia y encuentro, donde docentes y alumnos podrán interactuar llevando adelante actividades relacionadas con la asignatura: ejercitaciones, revisiones bibliográficas, consultas interdisciplinarias por temáticas trabajadas en cátedras afines, prácticas de gabinete o campo, supervisiones de trabajos de grado, etc.

La asignatura brindará al alumno, una semblanza sobre cuáles son las líneas de trabajo que actualmente interesan a la petrología metamórfica.

INCORPORACIÓN de TEMAS NUEVOS o COMPLEMENTARIOS (Justificación):

- FLUIDOS Y METAMORFISMO.
- HISTORIA ABREVIADA DE LA PETROLOGÍA METAMÓRFICA.

Serán incluidos al final de la Unidad Temática 13, momento en que el alumno tiene un conocimiento suficientemente abarcativo y trabajado de toda la asignatura.

- FLUIDOS Y METAMORFISMO. Afirmar que los fluidos hacen más fácil el metamorfismo, no es una afirmación de la que hoy día se pueda dudar. A.B. Thompson (2010), en un artículo de la revista Elements titulado "Perspectives on Metamorphic Processes and Fluids", sentencia "Aqueous fluids make things happen inside the Earth. They considerably speed heat and mass transfer and induce weakness and instabilities in rock masses. Water is instrumental in localising deformation, enabling tectonic response to plate motion; it also markedly decreases the melting temperature of silicate rocks and lowers the viscosity of silicate magmas. Aqueous fluids transport large quantities of dissolved material. Questions to answer in the future include: What determines where fluids go inside the Earth? What determines their quantity and rate of flow? What are the chemical effects of flowing fluids on the rocks and local fluids with which they interact? And what consequences are there for mineralisation and rock deformation?".

Otro antecedente importante fue en febrero de 2001, cuando se editó el primer número de la revista Geofluids (Wiley), y que en 2015 alcanzó un factor de impacto de 1750; en ella se aglutinan una diversidad de trabajos e investigaciones dedicados a los fluidos en las Ciencias de la Tierra, y no es casualidad encontrar entre sus miembros fundadores, a un experimentado petrólogo formado en el campo del metamorfismo (Bruce Yardley, Univ. de Leeds) quien, junto a C. Manning y G. Garven (Eds.), también en 2011, publicaran Frontiers in Geofluids (Wiley-Blackwell).

Fundamentada la importancia de los fluidos en el metamorfismo y, teniendo presente que si bien parte de los temas aquí a ampliar están parcialmente incluidos en el programa propuesto, prestar atención a este tópico tendrá por objetivo actualizar los avances hechos

en la temática, ofreciendo una visión amplia, relacionable e interdisciplinaria, del rol de los fluidos en relación a los contenidos de la propia Petrología II, pero a la vez útiles y articulables horizontal y verticalmente con los de otras materias de la carrera.

- **HISTORIA ABREVIADA DE LA PETROLOGÍA METAMÓRFICA.** Su desarrollo en el mundo (petrólogos, escuelas, estudios llevados adelante y paradigmas que condujeron su avance) y en nuestro país; actores. Esta unidad tendrá por objetivo dar al alumno una perspectiva de cómo evolucionó el estudio del metamorfismo, desde sus inicios con trabajos fuertemente descriptivos hasta hoy, donde el modelado termodinámico y la termobarometría (y geocronología) son herramientas vitales para enmarcarlo en lo que Miyashiro (1992) denominó el "tercer paradigma", el que enfoca al proceso metamórfico como cambiante a lo largo del tiempo y pretende la reconstrucción de sus "camino = trayectorias" o "P-T-t paths".
- **TRABAJO PRÁCTICO INTEGRADOR.** Tendrá por objetivo relacionar los conocimientos adquiridos dentro de la propia materia, pudiendo alcanzar también asignaturas de dictado previo o paralelo al de Petrología II (ej. Geoquímica, Mineralogía, Petrología I, Geología Estructural y/o Sedimentología), con las cuales se podrían consensuar objetivos, metodologías, técnicas y recursos parcialmente compartibles o de uso común. En modo semejante a un viaje de campaña, el TPI tendrá como objetivo principal, contribuir a la integración de los conocimientos y competencias trabajados durante el 3er. año de la Licenciatura o en años previos, con miras a las asignaturas venideras. Podrán constituir temas de interés, todos aquellos que tiendan a la integración regional de áreas con historias geológicas de interés particular y fuerte valor didáctico, donde ambiente geotectónico y metamorfismo puedan ser vinculados y enmarcados con otros procesos petrogenéticos relevantes de la geología argentina (ej. magmatismo, sedimentación, o problemáticas vinculadas con deformación y/o mineralización en la corteza).

8.- RECURSOS MATERIALES DISPONIBLES.

- Las clases teóricas y prácticas se dictarán en el Aula de Microscopía (actualmente D7), único espacio con que cuenta la Cátedra para alojar todo el material didáctico de la asignatura; el mismo está repartido en dos armarios.
- Prácticas que requieran del uso de computadoras y/o internet, podrán realizarse en el aula del Centro de Recursos Multimediales de la FCNyM.
- En el Aula D7, la Facultad cuenta con: microscopios petrográficos (uno conectado a videocámara y TV donde se pueden observar cortes delgados), lupa binocular, lupas de mano, pizarrón, pantalla y sistema con cañón para proyecciones digitalizadas con salida a sistema de audio y en formatos variados.
- La Cátedra cuenta con una colección didáctica de muestras de mano y cortes delgados (con estructuras, texturas y asociaciones minerales características representativas de diferentes protolitos y facies), la cual se encuentra en actualización. También cuenta con lupas de mano propias, bibliografía general básica en formato texto y separatas de publicaciones.



- Se trabaja en la realización de una página web de libre consulta para el alumno de la FCNyM, a la que se accede desde la página oficial de la Facultad de Ciencias Naturales y Museo, y donde se volcarán comunicaciones, contenidos teóricos y prácticos, y material didáctico útil o de interés (publicaciones, fotos de afloramientos, asociaciones minerales, rocas, estructuras, microestructuras o enlaces con páginas institucionales importantes de la web).
- La información bibliográfica podrá consultarse en la Cátedra (apuntes y guías de uso interno, en versión papel o digital), vía internet o en la Biblioteca Florentino Ameghino de la FCNyM.
- El docente facilitará el uso de bibliografía actualizada (textos, revistas y publicaciones en diversos formatos), hojas geológicas, imágenes satelitales en formato digital, fotomosaicos y fotografías aéreas del INTA (esc. 1:50.000) y 1:20.000, respectivamente), o podrá gestionar el préstamo de instrumental para ejercitación en gabinete (brújula para prácticas de cómo tomar una muestra orientada, estereoscopio de bolsillo para fotolectura, análisis e interpretación de relieves que abarquen rocas metamórficas).
- La visita guiada a un centro tecnológico (LEMIT-CIC) donde los agregados pétreos metamórficos se estudian para su uso en la construcción, podrá incluir una práctica microscópica de estimación de la reactividad potencial de rocas afectadas por metamorfismo dinámico, en relación a la reacción álcali-sílice (RAS).

Equipo Docente:

Prof. Titular Ordinario DS: Lic. Alejandro M. Ribot.

Jefe de Trabajos Prácticos Interino DS: Dr. María Florencia Lajoinie.

Jefe de Trabajos Prácticos Interino DS: Lic. Germán Mercapide.

Ayudante Diplomado Interino DS: Lic. Luis Mario Bree.

Ayudante Diplomado Interino DS: Dr. Melisa Ariana Salvioli.

Ayudante Diplomado Interino DS: Lic. María Cecilia Corbat.

Ayudante Alumno Interino rent.: Alcalde, Juan Francisco.

Ayudante Alumno ad-honorem: Manoccio, Lara.

Ayudante Alumno ad-honorem: Fernández, Baruc K.

Colaboradores.

9.- FORMAS Y TIPOS DE EVALUACIÓN.

Regimen tradicional, con examen final. El cumplimiento y regimen de asistencia de los mismos se registrará por el Reglamento de Trabajos Prácticos vigente en la Facultad de Ciencias Naturales y Museo (FCNyM) - UNLP. Se establezcan dos (2) exámenes parciales. Cada examen parcial tendrá dos (2) recuperatorios, uno planificado para mediados del año, y otro último, más cercano a fin de año, período en que la materia hace la integración y síntesis final.

Se realizarán evaluaciones continuas o formativas (escritas u orales, por ej. mediante cuestionarios breves o presentaciones del tema a abordar, o análisis / discusiones breves sobre temas tratados en clases anteriores y correlativos con el trabajo práctico nuevo): ello permitirá al docente y también al alumno, saber cómo marcha el proceso de enseñanza-aprendizaje y decidir rápidamente qué acciones tomar para mejorarlo o solucionar inconvenientes.

Examen Final, podrá tomarse en forma oral, escrita, o combinada, dependiendo del número de alumnos, disponibilidad de aula, etc., pudiéndose incorporar muestras de mano de valor didáctico a los efectos de facilitar la síntesis de los conceptos básicos de la asignatura que, luego, podrán ser utilizados en materias de años posteriores.

10.- BIBLIOGRAFIA.

10.1.- BIBLIOGRAFIA GENERAL (si la hubiera).

10.1.1. Compendio de bibliografía general básica (en orden aproximado de relevancia) y complementaria que, en conjunto, abarca los conceptos y ejemplos fundamentales de la asignatura como un todo.

1. FETTES, D. y DESMONS, J., 2007. Metamorphic Rocks: A classification and glossary of terms. Cambridge University Press, Cambridge, 244 p.
 2. YARDLEY, B.W., 1991. An introduction to Metamorphic Petrology. Longman Earth Science Series, England, 248 p.
 3. YARDLEY, B.W., MACKENZIE, W.S. y GUILFORD, C., 1990. Atlas of metamorphic rocks and their textures. Longman, Harlow, 120 p.
 4. PASSCHIER, C.W. y TROUW, R.H.A., 2005. Microtectonics. 2nd Revised and enlarged Edition. Springer-Verlag, Berlin, 366 p + CD interactivo.
 5. VERNON, R.H., 2004. A Practical Guide to Rock Microstructure. Cambridge University Press, 594 p.
 6. BUCHER, K. y GRAPES, R., 2011. Petrogenesis of Metamorphic Rocks. 8th Edition complete revision of Winkler's textbook. Springer-Verlag, Berlin, 428 p.
 7. VERNON, R.H. y CLARKE, G.L., 2008. Principles of Metamorphic Petrology. Cambridge University Press, 446 p.
 8. FERRY, J. (Ed.), 1982. Characterization of metamorphism through mineral equilibria. Mineralogical Society of America. Reviews in Mineralogy, Vol. 10, 397 p.
 9. SPEAR, F., 1995. Metamorphic Phase Equilibria and Pressure-Temperature-Time Paths. Mineralogical Society of America, Monograph Series, N° 1. Washington D.C., 799 p.
 10. TOSELLI, A.J., 2014. Principios y Conceptos del Metamorfismo. Miscelánea 22. INSUGEO. S.M. de Tucumán, 229 p.
 11. TOSELLI, A.J., 2017. Guía para el estudio de campo de las rocas ígneas y metamórficas. Miscelánea 25, INSUGEO, S.M. de Tucumán, 207 p.
 12. KORNPROBST, J., 1996. Manual de petrología metamórfica y su contexto geodinámico. Masson, Barcelona, 220 p.
-
- KILMURRAY, J. y TERUGGI, M., 1982. Fábrica de Metamorfitas. Libart, 40 p.
 - KRETZ, R., 1994. Metamorphic crystallization. John Wiley & Sons, N.Y., 507 p.
 - EVANS, B.W. y WOOD, B.J. (Eds.), 2007. Landmark Papers: Metamorphic Petrology. The Mineralogical Society of Great Britain & Ireland, 231 p.
 - PHILPOTTS, A. and AGUE, J., 2009. Principles of Igneous and Metamorphic Petrology. 2nd Edition. Cambridge University Press, 684 p.
 - WINTER, J.D. (2nd Ed.), 2010. Principles of Igneous and Metamorphic Petrology. Prentice Hall, New York, 702 p.



- KERRICK, D.M., 1991. Contact metamorphism. Mineralogical Society of America. Reviews in Mineralogy, Vol. 26, 847 p.
- FREY, M. y ROBINSON, D., 1999. Low-grade metamorphism. Blackwell Science, Oxford, 313p.
- MEHNERT, K.R., 1971. Migmatites and the origin of granitic rocks. Elsevier, 492 p.
- SAWYER, E.W. y BROWN, M. (Eds.), 2008. Working with Migmatites. Mineralogical Association of Canada. Short Course Series Vol. 38. Quebec, Canada. 158 p.
- SAWYER, E.W., 2008. Atlas of Migmatites. The Canadian Mineralogist, Special Public. 9. NRC Research Press, Ottawa, 371 p.
- VIELZEUF, D. y VIDAL, Ph. (Eds.), 1990. Granulites and Crustal Evolution. NATO ASI Series C, Vol. 311, Kluwer Academic Publishers, Dordrech, The Netherlands, 585 p.
- MIYASHIRO, A., 1994. Metamorphic Petrology. UCL Press, London, 404 p.
- TREOLAR, P.J. y O'BRIEN, P.J. (Eds.), 1998. What Drives Metamorphism and Metamorphic Reactions? Special Publication 138. Geological Society, London, 287 p.
- LIOU, J. y ERNST, J., 2000. Ultra-High Pressure Metamorphism and Geodynamics in Collision-Type Orogenic Belts. International Book Series, Vol. 4. The Geological Society of America, 304 p.
- TROUW, R.H.A., PASSCHIER, C.W. y WIERSMA, D.J., 2010. Atlas of Mylonites- and related microstructures. Springer-Verlag, Berlin, 322 p + CD interactivo.
- WHITNEY, D.L., TEYSSIER C. y SIDDOWAY, S., 2004. Gneiss Domes in Orogeny. Geol. Soc. of America Special Paper 380.
- FRY, N., 1985. The field description of metamorphic rocks. Geological Society of London, Handbook Series. Open University Press, Milton Keynes y Halsted Press. J. Wiley & Sons, England, 110 p.
- CONDIE, K., 1989 (3rdEd.). Plate tectonics and crustal evolution. Pergamon Press, U.S.A., 485 p.

10.1.2. Sitios web con publicaciones periódicas relacionadas con la asignatura.

Biblioteca Electrónica de Ciencia y Tecnología / Sistema Nacional de Repositorios Digitales (SNRD), dependiente del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, Presidencia de la Nación: <http://www.biblioteca.mincyt.gob.ar/>
Google Académico: <http://scholar.google.com.ar/schhp?hl=es>
Google Books: <http://books.google.com.ar/>
Science Direct: <http://www.sciencedirect.com/science/journals/earth>
Scirus: <http://www.scirus.com/srsapp/>
Scopus: <http://www.scopus.com/home.url>

10.1.3. Publicaciones periódicas y otros sitios web que suelen incluir trabajos sobre metamorfismo o aspectos relacionados.

American Journal of Science: <http://www.ajsonline.org/>
American Mineralogist: <http://www.minsocam.org/msa/ammin/ammineral.html>



Australian Journal of Earth Sciences: <http://www.gsa.org.au/ajes>
Brazilian Journal of Geology: <http://ppegeo.igc.usp.br/>
Canadian Journal of Earth Sciences: <http://www.nrcresearchpress.com/journal/cjes>
Canadian Mineralogist: <http://www.mineralogicalassociation.ca/template/EJournal/>
Contributions to Mineralogy and Petrology:
<http://springerlink.metapress.com/content/100406/>
Chemical Geology: <http://www.journals.elsevier.com/chemical-geology/>
Elements: <http://www.elementsmagazine.org/>
Earth and Planetary Sciences Letters:
<http://www.sciencedirect.com/science/journal/0012821X>
Earth and Environmental Science Transactions of the Royal Society of Edinburgh:
<http://journals.cambridge.org/action/displayJournal?jid=TRE>
European Journal of Mineralogy: <http://eurjmin.geoscienceworld.org/>
Geofluids: [http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1111/\(ISSN\)1468-8123](http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1111/(ISSN)1468-8123)
Geological Society of America Special Papers: <http://specialpapers.gsapubs.org/>
Geological Society of London, Special Publications: <http://sp.lyellcollection.org/>
Geology: <http://geology.gsapubs.org/>
Geochimica et Cosmochimica Acta: <http://www.journals.elsevier.com/geochemica-et-cosmochimica-acta/>
Gondwana Research: <http://www.gondwanaresearchonline.com/General/VwGROnline.aspx>
GSA Bulletin: <http://gsabulletin.gsapubs.org/>
Journal of Geophysical Research:
[http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1002/\(ISSN\)2156-2202](http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1002/(ISSN)2156-2202)
Journal of Geology: <http://www.press.uchicago.edu/ucp/journals/journal/jg.html>
Journal of Metamorphic Geology:
<http://www3.interscience.wiley.com/journal/118532874/home>
Journal of Petrology: <http://petrology.oxfordjournals.org/>
Journal of South American Earth Sciences:
<http://www.sciencedirect.com/science/journal/08959811>
Journal of Structural Geology: <http://www.sciencedirect.com/science/journal/01918141>
Journal of the Geological Society of London: <http://jgs.geoscienceworld.org/>
Lithos: <http://www.sciencedirect.com/science/journal/00244937>
Mineralogical Society of America Reviews in Mineralogy:
<http://www.minsocam.org/msa/rim/>
Mineralogy and Petrology:
<http://www.springer.com/earth+sciences+and+geography/geology/journal/710>
Precambrian Research: <http://www.sciencedirect.com/science/journal/03019268>
Revista de la Asociación Geológica Argentina: <http://www.scielo.org.ar/scielo.php>
Revista Geológica de Chile: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_serial&pid=0716-0208
Revista de la Sociedad Uruguaya de Geología: <http://www.sugeologia.org/revista.html>
Tectonics: <http://www.agu.org/journals/tc/>
Tectonophysics: <http://www.journals.elsevier.com/tectonophysics/>
The Canadian Mineralogist: <http://www.mineralogicalassociation.ca/template/EJournal/>



10.2.- BIBLIOGRAFIA POR UNIDAD TEMATICA.

UNIDAD 1. METAMORFISMO Y LAS ROCAS METAMÓRFICAS.

Capítulo 1 de Spear (1993). Capítulo 1 de Bucher y Frey (1994). Capítulos 1 y 2 de Llambías (2008). Capítulo 2.2 de Fettes & Desmons - IUGS (2008). Capítulo 21 de Winter (2010). Capítulo 16 de Philpotts y Ague (2010). Página web de la Cátedra: <http://www.freewebs.com/petrologia-metamorfica-fcnym-unlp/index.htm>. Capítulo 1 de Yardley (1989). Thompson (1992). Metamorphism and fluids. In Brown et al. (Eds.): Understanding the Earth. Cambridge, 223 p. Pollack, Hurter y Johnson (1993). Rev. Geophys. 31: 267-280. Capítulo 3 de Bucher y Frey (1994). Beardsmore y Cull (2001). Crustal heat flow: a guide to measurement and modelling. Cambridge University Press. Capítulos 1 y 2 de Llambías (2008). Nijland, Touret & Visser, 1998. The Journal of Geology, Vol. 106: 575-590. Touret, J.L.R., 2001. Fluids in metamorphic rocks. Lithos, Vol. 55, p. 1-25. Capítulo 2 de BUCHER, K., y FREY, M., 1994. Petrogenesis of Metamorphic Rocks. HARKER, A., 1939 (2nd Ed. revised). Metamorphism. A study of the transformations of rock-masses. Methuen & Co. Ltd., London, 362 p. Capítulo 2 de YARDLEY, B. W. 1991. An Introduction to Metamorphic Petrology. Longman Earth Science Series, England. Capítulo 5 de SPEAR, F., 1995. Metamorphic Phase Equilibria and Pressure-Temperature-Time Paths. Mineralogical Society of America, Monograph Series, N° 1. Washington, DC. 799p. TOSELLI, A.J., 2014. Principios y Conceptos del Metamorfismo. Miscelánea 22. INSUGEO. S.M. de Tucumán. 229 p. Faure, G. (1986). Principles of Isotope Geology. Faure, G. & T. Mensig (2004). Isotopes: principles and application. Dickin, A. (1997). Radiogenic isotope geology. Depaolo, D. (1988). Neodymium isotope geochemistry. Sinclair D.J. (1999). High-Spatial Resolution Analysis of Trace Elements in Corals Using Laser Ablation ICP-MS Research School of Earth Sciences. The Australian National University. PhD Thesis, Unpublished. Capítulo 1 de Vernon, R.H., 2004. A practical guide to Rock Microstructure. Cambridge University Press, 594 p.

UNIDAD 2. METAMORFISMO Y LOS CAMBIOS MINERALÓGICOS.

Capítulos 2 y 3 de BUCHER, K., y FREY, M., 1994. Petrogenesis of Metamorphic Rocks. Capítulo 2 de YARDLEY, B., 1991. An Introduction to Metamorphic Petrology. Capítulos 5 y 8 de SPEAR, F., 1995. Metamorphic Phase Equilibria and Pressure-Temperature-Time Paths. Mineralogical Society of America, Monograph Series, N° 1. Washington, DC. 799p. THOMPSON, A. B. y RUBIE, D. C. (Ed.). 1985. Metamorphic reactions. Kinetics, textures and deformation. Advances in Physical Geochemistry, Vol. 4. Springer Verlag, New York. 291p. TOSELLI, A.J., 2014. Principios y Conceptos del Metamorfismo. Miscelánea 22. INSUGEO. S.M. de Tucumán. 229 p. VERNON, R.H. y CLARKE, G.L., 2008. Principles of Metamorphic Petrology. Cambridge University Press, 446 p. WINTER, J., 2010. An introduction to igneous and metamorphic petrology. Prentice Hall, 702p.

UNIDAD 3. METAMORFISMO Y LOS CAMBIOS ESTRUCTURALES.

BLINKINSOP, T., 2000. Deformation microstructures and mechanisms in minerals and rocks. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. 150p. BARKER, A.J., 1994. Introduction to Metamorphic Textures and Microstructures. Blackie Academic & Professional, London, 162p. BORRADAILE, G. J.; BAYLY, M. B. y POWELL, C. M. (Ed.), 1982. Atlas of deformational and metamorphic rocks fabrics. Springer Verlag, Berlin, 551p. FETTES, D. y DESMONS, J., 2007. Metamorphic Rocks: A classification and glossary of terms. Cambridge University Press,



Cambridge. 244p. FRY, N., 1992. The field description of metamorphic rocks. Geological Society of London, Handbook Series. Open University Press, Milton Keynes y Halsted Press. J. Wiley & Sons, England, 110p. MASON, R. (2nd Ed.), 1990. Petrology of the metamorphic rocks. Unwin Hyman Ltd., London, 230 p. NICOLAS, A., 1984. Principles of Rock deformation. D. Reídle Publishing Company, Boston, 208 p. SHELLEY, D., 1993. Igneous and metamorphic rocks under the microscope. Classification, textures, microstructures and mineral preferred-orientations. Chapman & Hall, Great Britain, 445 p. PASSCHIER, C. W. y TROUW, R.H.A., 2005. Microtectonics. 2nd Revised and enlarged Edition. Springer-Verlag, Berlin. 366p. + CD room. SPRY, A., 1969. Metamorphic textures. Pergamon, Oxford, 350p. SUK, M., 1983. Petrology of metamorphic rocks. Developments in Petrology 9. Elsevier, Amsterdam. 322p. VERNON, R. H., 2004. A practical guide to Rock Microstructure. Cambridge University Press, 594p.

UNIDAD 4. CLASIFICACIÓN DE LAS ROCAS METAMÓRFICAS.

Documentos y recomendaciones de la Subcomisión de Sistemática de las Rocas Metamórficas (SCMR) dependiente de la IUGS: pág. web

oficial:http://www.bgs.ac.uk/SCMR/docs/papers/paper_1.pdf

FETTES, D. y DESMONS, J., 2007. Metamorphic Rocks: A classification and glossary of terms. Cambridge University Press, Cambridge, 244p.

UNIDAD 5. EVALUACIÓN DE LAS CONDICIONES METAMÓRFICAS.

Capítulo 2 de BUCHER, K., y FREY, M., 1994. Petrogenesis of Metamorphic Rocks.

Capítulo 2 de YARDLEY, B. W. 1991. An introduction to Metamorphic Petrology. Longman Earth Science Series, England. Capítulo 5 de SPEAR, F., 1995. Metamorphic Phase Equilibria and Pressure-Temperature-Time Paths. Mineralogical Society of America, Monograph Series, N° 1. Washington, DC. 799p. Capítulos 24 y 26 de WINTER, J., 2010. An Introduction to Igneous and Metamorphic Petrology. Prentice Hall. Capítulo 18 de PHILPOTTS, A. and AGUE, J., 2010. Principles of Igneous and Metamorphic Petrology. 2nd Edition. Cambridge University Press. Barker, A. J. (1998). Introduction to Metamorphic Textures and Microstructures, Stanley Thornes. Barrow, G. (1893). On an intrusion of muscovite biotite gneiss in the S.E. Highlands of Scotland and its accompanying metamorphism. Quarterly Journal of the Geological Society, London, 49, 330-358. Best, M.G. (1982). Igneous and Metamorphic Petrology, Freeman. Bucher, K. y Frey, M. (1994). Petrogenesis of Metamorphic Rocks, Springer. Coombs, D.S. (1961). Some recent works on the lower grades of metamorphism. Australian Journal of Science, 24, 203-215. Eskola, P. (1915). On the relations between the chemical and mineralogical composition in the metamorphic rocks of the Orijavi region. Bulletin de la Commision Geologique de Finlandie, N° 44. Miyashiro, A. (1961). Evolution of metamorphic belts. Journal of Petrology, 2, 277-311. Philpotts, A. y Ague, J., 2010. Principles of Igneous and Metamorphic Petrology. 2nd Edition. Cambridge U.P. Tilley, C.E. (1924). Metamorphic zones in the southern Highlands of Scotland. Quarterly Journal of the Geological Society, London, 81, 100-112. Turner, F.J. (1981). Metamorphic Petrology, McGraw-Hill, Nueva York. Yardley, B.W. (1989). An Introduction to Metamorphic Petrology, Longman. Winkler, H.G.F. (1967). Petrogenesis of metamorphic rocks. 2nd Ed. Springer-Verlag, Berlin, 237 p. Winkler, H.G.F. (1974). Petrogenesis of Metamorphic Rocks. 3rd. Ed. Springer, New York. Winter, J.D. (2011). An introduction to Igneous and



Metamorphic Petrology, Prentice Hall. Best, M., 1982. Igneous and metamorphic petrology. Freeman, New York, 630 p.

UNIDAD 6. METAMORFISMO DE PROTOLITOS PELÍTICOS.

BUCHER, K., y FREY, M. (1994). Petrogenesis of Metamorphic Rocks. Capítulo 7. SPEAR, F. (1995). Metamorphic Phase Equilibria and Pressure-Temperature-Time Paths. Mineralogical Society of America, Monograph Series, N° 1. Washington, DC. 799p. Capítulo 10. WINTER, J.D. (2010). An introduction to Igneous and Metamorphic Petrology, Prentice Hall. Capítulo 28. YARDLEY, B. W. (1991). An introduction to Metamorphic Petrology. Longman Earth Science Series, England. Capítulo 2. WINTER, J.D. (2010). An introduction to Igneous and Metamorphic Petrology, Prentice Hall. Capítulo 28. YARDLEY, B. W. (1991). An introduction to Metamorphic Petrology. Longman Earth Science Series, England. Capítulo 3. MEHNERT, K.R. (1968). Migmatites and the Origin of Granitic Rocks. Elsevier. ASHWORTH, J.R. y BROWN, M., 1990. High-temperature metamorphism and crustal anatexis. The Mineralogical Society Series. Unwin Hyman, London, 407p. SAWYER, E.W. (2008). Atlas of Migmatites. The Canadian Mineralogist, Special Publication 9. NRC Research Press, Ottawa, Ontario, Canada. 371p. SAWYER, E.W. y BROWN, M. (Eds.) (2008). Working with Migmatites. Mineralogical Association of Canada. Short Course Series Vol. 38. Quebec, Canadá. 158p.

Metamorphic rocks, Ultrahigh - Pressure Metamorphism, H.J. Massonne, University Stuttgart, Germany (2004). Petrology, geochemistry and isotope data on a ultrahigh pressure jadeite quartzite from Shaunghe, Dabie mountains, East-Central China, J.G.Liou, R.Y. Zhang (1997). Lithos. Exhumation of ultrahigh pressure metamorphic oceanic crust from Lago di Cignana, Piemontese zone, western Alps: the structural record in metabasites, S.N.G.C van der Klauw, T. Reinecke, (1997). Lithos. Ultrahigh pressure metamorphism: tracing continental crust into the mantle. Cristian Chopin. (2003). Earth and Planetary Science Letters. Discovery of coesite from Indian Himalaya: A record of UHPM in Indian Continental Crust. B.K. Mukherjee, H.K. Sachan (2001). Research Communications.

Santosh, M., Osanai, Y. & Tsunogae, T. (2004). Ultrahigh temperature metamorphism and deep crustal processes. Journal of Mineralogical and Petrological Sciences, 99 (4-5): 137-365. Sajeev, K. & Santosh, M. 2006, Extreme crustal metamorphism and related crust-mantle processes. Lithos, 92 (3-4): 321-624. Maruyama, S. & Santosh, M. 2007, Island arcs: Past and present Gondwana Research, 11 (1-2): 1-262. Brown, M. & White, R.W. 2008, Processes in granulite metamorphism. Journal of Metamorphic Geology, 26: 125-299. Harley, S.L. 1998, On the occurrence and characterization of ultrahigh- temperature crustal metamorphism. In: Treloar, P.J., O'Brien, P.J. (Eds.). What Drives Metamorphism and Metamorphic Reactions? Special Publication Geological Society of London, 81-107. Brown, M., 2007, Metamorphic conditions in orogenic belts: a record of secular change. International Geology Review 49, 193-234. Kelsey, D.E., 2008, On ultra-high temperature crustal metamorphism. Gondwana Research 13: 1-29. Santosh, M. & Omori, S., 2008a, CO₂ flushing: a plate tectonic perspective. Gondwana Research 13: 86-102. Santosh, M. & Omori, S., 2008b, CO₂ windows from mantle to atmosphere: Models on ultrahigh temperature metamorphism and speculations on the link with melting of snowball Earth. Gondwana Research 14.

UNIDAD 7. METAMORFISMO DE PROTOLITOS ÍGNEOS MÁFICOS, FÉLSICOS Y ULTRAMÁFICOS.

BUCHER, K., y FREY, M. (1994). Petrogenesis of Metamorphic Rocks.



SPEAR, F. (1995). Metamorphic Phase Equilibria and Pressure-Temperature-Time Paths. Mineralogical Society of America, Monograph Series, N° 1. Washington, DC. 799p.
WINTER, J.D. (2010). An introduction to Igneous and Metamorphic Petrology, Prentice Hall.
YARDLEY, B. W. (1991). An introduction to Metamorphic Petrology. Longman Earth Science Series, England.
BUCHER, K., y GRAPES, R. (2011). Petrogenesis of Metamorphic Rocks. 8va. Edición. Springer. 428p.
DESMONS, J., y SMULIKOWSKI, W., 2004, A systematic nomenclature for metamorphic rocks: High P/T metamorphic rocks. Recommendations by the IUGS Subcommission on the Systematic on the Metamorphic Rocks. Web version: <http://www.bgs.ac.uk/scmr/>.

UNIDAD 8. METAMORFISMO DE PROTOLITOS CALCÁREOS.

BUCHER, K., & FREY, M. (1994). Petrogenesis of Metamorphic Rocks. BUCHER, K., & GRAPES, R. (2011). Petrogenesis of Metamorphic Rocks. 8va. Edición. Springer. 428p. Capítulo 6.
ROSEN, O., DESMONS, J. & FETTES, D. (2007). Metacarbonate and related rocks. In: FETTES, D. y DESMONS, J.(Eds.). Metamorphic Rocks: A classification and glossary of terms. Cambridge University Press, Cambridge. 244p.
SPEAR, F. (1995). Metamorphic Phase Equilibria and Pressure-Temperature-Time Paths. Mineralogical Society of America, Monograph Series, N° 1. Washington, DC. 799p.
WINTER, J.D. (2010). An introduction to Igneous and Metamorphic Petrology, Prentice Hall.
YARDLEY, B. W. (1991). An introduction to Metamorphic Petrology. Longman Earth Science Series, England.

UNIDAD 9. METAMORFISMO DE CONTACTO.

BUCHER, K., y FREY, M. (1994). Petrogenesis of Metamorphic Rocks. BUCHER, K., & GRAPES, R. (2011). Petrogenesis of Metamorphic Rocks. 8va. Edición. Springer. 428p.
CALLEGARI, E., y PERTSEV, N. (2007). Contact metamorphic and associated rocks. En: Fettes, D. y Desmons, J.(Eds.), Metamorphic Rocks: A classifications and glossary of terms. Recommendations of the IUGS Subcommission on the SMR. Capítulo 2.10: 69-79. Cambridge University Press.
KERRICK, D. M. (1991). Contact metamorphism. Mineralogical Society of America. Reviews in Mineralogy, Vol. 26, 847p.
SPEAR, F. (1995). Metamorphic Phase Equilibria and Pressure-Temperature-Time Paths. Mineralogical Society of America, Monograph Series, N° 1. Washington, DC. 799p.
WINTER, J.D. (2010). An introduction to Igneous and Metamorphic Petrology, Prentice Hall.
YARDLEY, B. W. (1991). An introduction to Metamorphic Petrology. Longman Earth Science Series, England.
ZHARIKOV, V., PERTSEV, N., RUSINOV, V., CALLEGARI, E. y FETTES, D. (2007). Metasomatism and metasomatic rocks. En: Fettes, D. y Desmons, J. (Eds.), Metamorphic Rocks: A classifications and glossary of terms. Recommendations of the IUGS Subcommission on the SMR. Capítulo 2.9: 58-68. Cambridge Univ. Press.

UNIDAD 10. METAMORFISMO DINÁMICO.

BLINKINSOP, T., 2000. Deformation microstructures and mechanisms in minerals and rocks. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 150p.
BORRADAILE, G. J.; BAYLY, M. B. & POWELL, C. M. (Ed.), 1982. Atlas of deformational and metamorphic rocksfabrics. Springer Verlag.
BRODIE, K., FETTES, D. & HARTE, B., 2007. Structural terms including fault terms. En: Fettes, D. y Desmons, J.(Eds.), Metamorphic Rocks: A classifications and glossary of terms. Recommendations of the IUGS Subcommission on the SMR. Capítulo 2.3: 24-31. Cambridge



University Press. HANMER, S. & PASSCHIER, C., 1991. Shear-sense indicators: a review. Geological Survey of Canada, Paper 90-17. Ottawa. 72p. HIGGINS, M., 1971. Cataclastic rocks. Geological Survey Professional Paper 687. U. S. Government Printing Office, Washington. 97p. MUKHERJEE, S., 2011. Mineral fish: their morphological classification, usefulness as shear sense indicators and genesis. International Journal of Earth Sciences, 100: 1303–1314. DOI 10.1007/s00531-010-0535-0. PASSCHIER, C. W. & TROUW, R.H.A., 2005. Microtectonics. 2nd Revised and enlarged Edition. Springer-Verlag, Berlin. 366p. + CD room. SIBSON, R., 1977. Fault rocks and fault mechanisms. Journal of the Geological Society of London, 133: 191-213. TROUW, R.H.A., PASSCHIER, C.W. & WIERSMA, D., 2010. Atlas of mylonites and related microstructures. Springer, Heidelberg. 313p.

UNIDAD 11. MAPEO DE TERRENOS METAMORFIZADOS.

DAVIS, G.J. & REYNOLDS, S.J., 1996. Structural Geology of rocks and regions. John Wiley & Sons, New York, 776 pp. FRY, N., 1985. The field description of metamorphic rocks. Geological Society of London, Handbook Series. Open University Press, Milton Keynes y Halsted Press. J. Wiley & Sons, England, 110p. HOPGOOD, A.M., 1999. Determination of Structural Successions in Migmatites and Gneisses. Kluwer Academic Publishers. Dordrech, 346p. Mc KLAY, K., 1987. The mapping of Geological Structures. Geological Society of London, Handbook Series. J. Wiley & Sons, England, 161p. PASSCHIER, C.W., MYERS, J.S. y KRONER, A., 1990. Field geology of high-grade gneiss terrains. International Union of Geological Sciences. Commission on Tectonics. Springer Verlag, Germany, 150p. PASSCHIER, C. W. y TROUW, R.H.A., 2005. Microtectonics. 2nd Revised and enlarged Edition. Springer-Verlag, Berlin. 366p. + CD room. TOSELLI, A.J., 2017. Guía para el estudio de campo de las rocas ígneas y metamórficas. Miscelánea 25, INSUGEO, S.M. de Tucumán, 207p. VERNON, R. H., 2004. A practical guide to Rock Microstructure. Cambridge University Press, 594p.

UNIDAD 12. UTILIDAD DE LAS ROCAS METAMÓRFICAS.

ECHEVESTE, H.J., MARCHIONNI, D. y CORIALE, N. (2005). Rocas ornamentales de la provincia de Buenos Aires. En Relatorio XVI Cong. Geol. Arg. (de Barrio R.E., Etcheverry R.O., Caballé M.F. y Llambías E., Editores): p 409-416. Publicación Especial: "Agregados Pétreos de las provincias de Buenos Aires y Córdoba". Editorial: Asociación Argentina de Geología Aplicada a la Ingeniería (ASAGAI). Córdoba, 2011. ERLIN, B. & STARK D. (Editors), 1990. Publicación de ASTM - STP 1061: "Petrography Applied to Concrete and Concrete Aggregates". Chelsea. BATIC, O. R. y SOTA, J. D. (2001). "Reacciones deletéreas internas". En Durabilidad del Hormigón Estructural (Irassar F., Editor), AATH, Capítulo 4: 157-216. Normas IRAM, VN y ASTM para agregados pétreos utilizados en hormigones y pavimentos. VOKES, F.M., MARSHALL, B. & SPRY, P.G. (1998). Metamorphic and Metamorphogenic Ore Deposits. Reviews in Economic Geology, Vol. 11. Soc. of Economic Geologists. GONZALEZ, P.D. (2000). Banded Iron Formation del Basamento Pre-Famatiniano de San Luis: Primer Registro en Argentina. Mineralogía y Metalogenia (Schalamuk, I., Brodtkorb, M. y Etcheverry, R., Editores), MINMET, Publicac. 6: 191-198.



KLEIN, C. (2005). Some Precambrian banded iron-formations (BIFs) from around the world: Their age, geologic setting, mineralogy, metamorphism, geochemistry, and origin. *American Mineralogist* 90: 1473-1499.

UNIDAD 13. METAMORFISMO Y CONTEXTO GEODINÁMICO. FLUIDOS Y METAMORFISMO. HISTORIA DE LA PETROLOGÍA METAMÓRFICA.

BEARDSMORE & CULL (2001). *Crustal heat flow: a guide to measurement and modelling*. Cambridge University Press. BOLEN, S. (1991). On the formation of granulites. *Journal of Metamorphic Geology*, 9: 223-229. BROWN, M. (2001). From microscope to mountain belt: 150 years of Petrology and its contribution to understanding geodynamics, particularly the tectonics of orogens. *Journal of Geodynamics*, 32: 115-164. BROWN, M. (2010). Paired metamorphic belt revisited. *Gondwana Research*, 18: 46-59. BUCHER, K., y FREY, M. (1994). *Petrogenesis of Metamorphic Rocks*. BUCHER, K., & GRAPES, R. (2011). *Petrogenesis of Metamorphic Rocks*. 8va. Edición. Springer. 428p. CAWOOD, P., & BUCHAN, C. (2007). Linking accretionary orogenesis with supercontinent assembly. *Earth-Science Reviews*, 82: 217-256. CONDIE, K., 1981. Archean Greenstone Belts. Elsevier, The Netherlands, 434 p. DALY, J., CLIFF, R. y YARDLEY, B. (Eds.), 1989. *Evolution of Metamorphic Belts*. Geological Society Special Publications 43, London, 561 p. HENSEN, B.J. y VERNON, R.H. (Eds.) 1991. *Granulite Metamorphism*. *Journal of Metamorphic Geology Special Issue*, Vol. 9 - n°3. Blackwell Sci. Pub. Oxford. HSU, K.J. (Ed.), 1982. *Mountain building processes*. Academic Press, Great Britain, 263 p. MARUYAMA, S., MASAGO, H., KATAYAMA, I., IWASE, Y., TORIUMI, M., OMORI, S. & AOKI, K. (2010). A new perspective on metamorphism and metamorphic belts. *Gondwana Research*, 18: 106-137. MIYASHIRO, A. (1961). Evolution of Metamorphic Belts. *Journal of Petrology*, 2: 277-311. MIYASHIRO, A. (1973). *Metamorphism and Metamorphic Belts*. George Allen & Unwin, London. 492p. MIYASHIRO, A., 1994. *Metamorphic Petrology*. UCL Press, London, 404p. SPEAR, F. (1995). *Metamorphic Phase Equilibria and Pressure-Temperature-Time Paths*. Mineralogical Society of America, Monograph Series, N° 1. Washington, DC. 799p. THOMPSON, A.B. (1992). Metamorphism and fluids. In Brown et al. (Eds.): *Understanding the Earth*. Cambridge, 223p. THOMPSON, A.B. (2010). Perspectives on Metamorphic Processes and Fluids. In B. Jamtveit Ed.: *Fluids in Metamorphism*. Elements 6-3: 142-143. WINTER, J.D. (2010). *An introduction to Igneous and Metamorphic Petrology*, Prentice Hall. WHITNEY, D.L., TEYSSIER C. & SIDDOWAY, S. (2004). Gneiss Domes in Orogeny. *Geol. Soc. of America Special Paper* 380. WHITNEY, D.L., TEYSSIER C., REY, P. & BUCK, R. (2013). Continental and oceanic core complexes. *Geol. Soc. of America Bull.* 125 (3-4): 273-298. DALLA SALDA, L., DE BARRIO, R., ECHEVESTE, H. y FERNÁNDEZ, R. (2005). El basamento de las sierras de Tandilia. En *Relatorio 16° Congreso Geológico Argentino*: 31-50. LEANZA, A. (1972) (Ed.). *Geología Regional Argentina*. Academia Nacional de Ciencias, 869p. Córdoba. ROLLERI, E. (1975). Provincias geológicas bonaerenses. En: *Geología de la Provincia de Buenos Aires*, 6º Congreso Geológico Argentino, Relatorio: 29-54. RAMOS, V. (1999). Las Provincias Geológicas del Territorio Argentino. En: Caminos, R. (Ed.), *Geología Argentina*. IGRM (SEGEMAR), Anales 29 (3), 41-96. TURNER, J. (1979-1980). (Coord.). Segundo Simposio de Geología Regional Argentina. Academia Nacional de Ciencias, Tomos I y II. Córdoba.



Página web de la Cátedra de Geología Argentina, Facultad de Ciencias Naturales y Museo (UNLP): <http://www.freewebs.com/geologia-argentina-fcnym-unlp/index.htm>

11.- CRONOGRAMA.

ACTIVIDAD			SEMANA	SEMESTRE
TP	TEORICO	OTROS (Detallar)		
Preparación de material didáctico	U.1. EL METAMORFISMO Y SUS PRODUCTOS, LAS ROCAS METAMÓRFICAS.		1	1er. Semestre
Preparación de material didáctico	U.1. METAMORF. Y SUS PRODUCTOS, LAS ROCAS METAMÓRFICAS.		2	
U.1.Introd.al metamorfismo y las rocas metamórficas	U.2. METAMORFISMO Y LOS CAMBIOS MINERALÓGICOS.		3	
U.2. El Metamorfismo y los cambios mineralógicos	U.2. METAMORFISMO Y LOS CAMBIOS MINERALÓGICOS.		4	
U.3. El Metamorfismo y los cambios estructurales	U.3. METAMORFISMO Y LOS CAMBIOS ESTRUCTURALES.		5	
U.4. Clasificación de las rocas metamórficas	U.4. CLASIFICACIÓN DE LAS ROCAS METAMÓRFICAS.		6	
U.5. Evaluac. de las condic. del metamorfismo	U.5. EVALUAC. DE LAS CONDICIONES DEL METAMORFISMO.		7	
U.6. Metamorf. regional de protol.	UNIDAD 6. METAMORFISMO REGIONAL DE PROTOLITOS		8	



pelíticos	PELÍTICOS.		
U.6. Metamorf. reg. de protol. pelíticos	UNIDAD 6. METAMORFISMO REGIONAL DE PROTOLITOS PELÍTICOS.		9
U.6. Metamorf. regional de protol. pelíticos	UNIDAD 6. METAMORFISMO REGIONAL DE PROTOLITOS PELÍTICOS.		10
U.6. Metamorf. regional de protol. pelíticos	U.7. METAMORFISMO REG. DE PROTOLITOS ÍGNEOS MÁFICOS. GENERALIDADES DEL METAMORF. DE ROCAS ÍGNEAS FÉLSICAS Y ULTRAMÁFICAS.		11
U.7. Metam reg. de protol. ígneos máficos	U.7. METAMORF. REG. DE PROTOLITOS ÍGNEOS MÁFICOS. GRALIDADES. DEL METAMORF. DE ROCAS ÍGNEAS FÉLSICAS Y ULTRAMÁFICAS.		12
U.7. Metam reg. de protol. ígneos máficos	U.7. METAM. REG. DE PROTOLITOS ÍGNEOS MÁFICOS. METAMORF. DE ROCAS ÍGNEAS FÉLSICAS Y ULTRAMÁFICAS.		13
U.7. Metam reg. de protol. ígneos máficos	U.8. METAMORFISMO DE PROTOLITOS CALCÁREOS Y CALCOSILICÁT.		14
1er Ex. Parcial	U.8. METAMORFISMO DE PROTOLITOS CALCÁREOS Y CALCOSILICÁT.		15
Entrega y	U.9.		16



análisis. result. 1er Parcial. U.8. Met. protol. calc. y calcosilicát.	METAMORFISMO DE CONTACTO.			
--	--------------------------------------	--	--	--

ACTIVIDAD			SEMANA	SEMESTRE
TP	TEORICO	OTROS (Detallar)		
1er Recup. 1er Parcial	U.9. METAMORFISMO DE CONTACTO.		17	2do. Semestre
U.8. Met. protol. calc. y calcosilicát.	U.9. METAMORFISMO DE CONTACTO.		18	
2do Recup. 1er Parcial	U.10. METAMORFISMO DINÁMICO.		19	
U.9. Met. de contacto y metasomat.	U.10. METAMORFISMO DINÁMICO.		20	
U.9. Met. de contacto y metasomat.	U.10. METAMORFISMO DINÁMICO.		21	
U.10. Metam. dinámico	U.11. MAPEO DE TERRENOS METAMORFIZADOS.		22	
U.10. Metam. dinámico	11. MAPEO DE TERRENOS METAMORFIZADOS.		23	
U.10. Metam. dinámico	U.12. UTILIDAD DE LAS ROCAS METAMÓRFICAS.		24	
U.10. Metam. dinámico	U.12. UTILIDAD DE LAS ROCAS METAMÓRFICAS.		25	
U.11. Mapeo de terrenos metamórf.	13. METAMORFISMO y CONTEXTO GEODIN.		26	
Trabajo Práctico Integrador	13. METAMORFISMO y CONTEXTO GEODIN.		27	
2do Ex. Parcial	13. FLUIDOS Y METAMORFISMO.		28	
Entrega y análisis. result. 2do Parcial TP Integrador	13. FLUIDOS Y METAMORFISMO.		29	



1er Recup. 2do Parcial	13. HISTORIA DE LA PETROLOGÍA METAMÓRFICA.		30	
TP de Consulta	VISITA A CENTRO / LABORAT. TECNOLÓGICO.		31	
2do Recup. 2do Parcial	TEMA LIBRE DE INTERÉS GRAL. o PROPUESTO POR EL ALUMNO.		32	

La Plata, 19 de junio de 2019

Ribot. Alejandro M. Firma y aclaración

PARA USO DE LA SECRETARIA ACADEMICA

Fecha de aprobación: 12/07/2019 Nro de Resolución: 20128/19

Fecha de entrada en vigencia 01/04/2020

12/07

Dra. PAULA ELENA POSADAS
Secretaria de Asuntos Académicos
Fac. Cs. Naturales y Museo



Expte. 1000-009572/18-000

El Consejo Directivo, en sesión ordinaria del 12 de julio de 2019, por el voto positivo de dieciséis de sus dieciséis miembros presentes, atento los despachos del CCDA y la Comisión de Enseñanza, aprobó el programa de contenidos de la asignatura **Petrología II**, presentado por el Prof. Alejandro Ribot, obrante de fs.89 a 128.

El mismo entrará en vigencia a partir del ciclo lectivo 2020, y por el término de 3 (tres) años.

Pase a sus efectos a la Secretaría Administrativa.

Dra. PAULA ELENA POSADAS
Secretaria de Asuntos Académicos
Fac. Cs. Naturales y Museo



Expte. N° 1000-009572/18

///La Plata, 06 AGO 2019

VISTO;

que por las presentes actuaciones se tramita la presentación del Prof. Alejandro Ribot, del Programa de la asignatura Petrología II de esta Unidad Académica;

CONSIDERANDO;

que el Consejo Directivo en sesión de fecha 12 de julio de 2019 por el voto positivo de dieciséis de sus dieciséis miembros presentes, atento a los despachos del Consejo Consultivo Departamental de Geología y Geoquímica y de la Comisión de Enseñanza, aprobó el Programa de contenidos de la asignatura Petrología II, presentado por el Prof. Alejandro Ribot, el que entrara en vigencia a partir del ciclo lectivo 2020 y por el término de tres (3) años;

ATENTO;

a las atribuciones conferidas por el art. 80° inc. 1) del Estatuto de la UNLP;

Por ello;

**EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MUSEO**

RESUELVE:

ARTICULO 1.- Aprobar el Programa de contenidos de la Asignatura Petrología II, presentado por el Prof. Alejandro Ribot, dejando constancia que el mismo entrara en vigencia a partir del ciclo lectivo 2020 y por el término de 3 (tres) años.-.

ARTICULO 2.- Regístrese por el Departamento de Mesa de Entradas. Pase a la Dirección de Profesorado y Concursos para su conocimiento y notificación del Prof. Alejandro Ribot; cumplido gírese a Dirección de Enseñanza para su conocimiento. Hecho, gírese a sus efectos a la Biblioteca y resérvese hasta su oportuno archivo.-

f.b.m.

RESOLUCIÓN CD N°:

128-19

En sesión de fecha: 12/07/2019

Dra. PAULA ELENA POSADAS
Secretaria de Asuntos Académicos
Fac. Cs. Naturales y Museo

Dr. RICARDO OSCAR ETCHERRI
DECANO
Facultad de Cs. Naturales y Museo